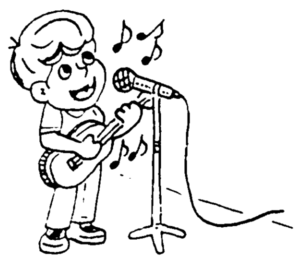
전기·전자 악기
제작 가이드

편집부 편



도서출판 과학도서

전기·전자 악기
제작 가이드



도서
출판 과 학 도 서

차 례

차 례

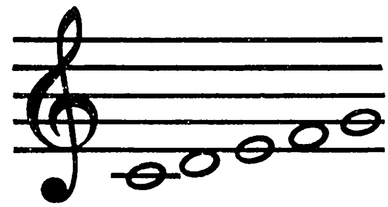
차례

차 례

1 소리를 알자

1. 소리란 무엇인가
2. 음속은
3. 소리의 높이는
4. 소리의 크기는
5. 음색이란
6. 귀의 역활은
7. 전기악기란
8. 토운제너레이터
9. 픽업의 방법
10. 악기의 스피이커와 앰프

1 소리를 알자



〈학생〉 학기말 시험도 끝났으니 기분전환도 할 겸 전기악기를 좀 배워 보고 싶은데요.

〈선생〉 엘렉 기타아라도 만들 작정인가?

〈학생〉 엘렉 기타아만이 아니라 여러 가지 악기를 좀 배워 보고 싶습니다.

〈선생〉 너는 과학과 음악, 그리고 공작도 좋아하는가봐. 전기악기를 만들고 싶다니 참 좋은 생각이다.

〈학생〉 아뇨, 전 과학은 별로 잘 못합니다. 특히 물리 계통에는 자신이 없어요. 그래서 악기를 만드는데 필요한 음향 관계에 대해서 좀 가르쳐 주셨으면 좋겠어요.

1. 소리란 무엇인가

〈학생〉 우선 아주 소박한 질문부터 하겠는데요. 대관절 소리란 어떤 것입니까?

〈선생〉 음, 쉽고도 어려운 질문이군. 그럼 두드려서 소리를 내는 예가 이해하기 쉬울 테니 「음차」를 설명해 볼까….

〈학생〉 수박이나 항아리 등을 살 때도 대개 두드려 보고 내용을 진찰하는 것과 같군요.

〈선생〉 그렇지. 이 음차를 좀 세게 두드려 보렴.

〈학생〉 그런데 피아노 등을 조율할 때 사용하는

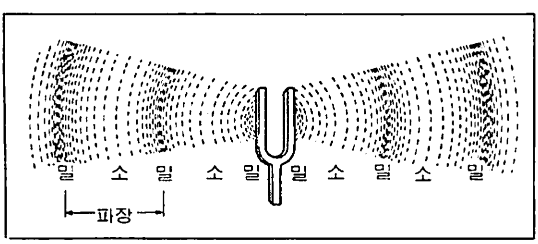


그림 1-1 음차에서 나는 음파

「음차」군요. 두드리자 비잉—하는 매우 아름다운 소리가 납니다.

〈선생〉 작게 진동하고 있는 것을 알 수 있지. 음차의 끝에 가볍게 손을 대어 보렴(그림 1-1).

〈학생〉 손가락 끝이 좀 저리는군요.

〈선생〉 「저리다」는 말에는 음차가 진동하고 있는 상태를 잘 나타내고 있지.

〈학생〉 소리를 내는 것은 모두 진동하고 있는 것입니까?

〈선생〉 그렇지. 하지만, 바이올린의 상자 (울림상자라 한다)와 같이, 그 진동이 눈에 나타날 정도는 아니지만, 역시 약간은 진동하고 있는 것이다.

〈학생〉 그런 작은 진동도 상자 주위의 공기를 진동시키고 있는 것입니까?

〈선생〉 그렇지. 하지만 공기는 기체이기 때문에 진동해도 모양이 변하는 것이 아니고 단지 공기의 농도에 「기복」이 생길 뿐이지. 말하자면 공기의 밀도에 변화가 생기는 것이다.

〈학생〉 좀 어렵군요. 요컨대 진동하는 것이 공기를 밀었다 당겼다 하기 때문에 공기에 짙은 부분과 옅은 부분이 생기는 것입니까?

〈선생〉 그렇지. 바로 그대로야. 그러나 그 짙은 부분은(한자 말로는「밀」이라 한다)과 옅은 부분(한자 말로는 「소」) 언제까지나 그대로 있는 것은 아니지.

마치 물결에 있어서 산과 골이 차례로 바뀌면서 이동해 가듯이 밀과 소는 서로 그 농도가 차례로 바뀌면서 주위의 공간으로 퍼져 나가는 것이다.

〈학생〉 공기는 타이어 속의 공기와 같이 탄성체

(일종의 스프링)라고 생각하면 되겠읍니까?

〈선생〉 그렇지. 그 스프링 속을 밀과 소가 바뀌면서 나아가는 것이지.

〈학생〉 그러면 그 퍼져 나가는 것이 음파인가요.

〈선생〉 그렇지. 소밀파라고도 한다. 그리고 그 파가 귀의 청각을 자극했을 때 소리라는 감각을 일으키는 것이다. 하기야 일반적으로 음파를 소리라고 하고 있지만.

〈학생〉 음파를 발생시키는 것이 발음체이고, 이 경우는 「음차」가 발음체로 되는 것인가요?

〈선생〉 전기 악기에서는 스피이커의 진동면이 발음체(음원)가 된다.

2. 음속은

〈학생〉 음파(그림 1-2)가 퍼져 나가는 속도는 음속이라 하죠. 매초 약 340m라고 배웠읍니다.

그러면 태풍의 속도 같은 것은 매초 약 30m 전후이니까 음속에 비하면 그 약 1/10밖에 안되지 않습니까.

〈선생〉 음, 잠깐만. 음파가 전해 가는 것은 태풍과 같이 공기 자체가 한 덩어리가 되어 초속 340m로 움직이고 있는 것은 아니다.

〈학생〉 아, 그렇습니까.

〈선생〉 공기 속의 음속이란 공기 농도의 「기복」이 차차 이동해 가는 속도를 말하는 것으로서 공기 자체가 흘러 가는 것은 아니다. 공기의 농도의 기복이 전파되어 가는 속도가 매초 약 340m라는 것이다.

건조하고 정지되어 있는 공기 속에서는 음속V가 다음 식으로 주어진다.

$$V=331.5+0.6t(m/s)$$

〈학생〉 t는 기온 (℃)이죠. 그러니까 여름 같은 때 기온이 30℃나 되면 음속은 약 350m/s나 되는군요.

〈선생〉 음속은 기온에는 영향을 받지만, 소리의 진동수(초음파는 제외)나 기압, 음압 (폭발음은 제외) 등에는 관계 없다.

〈학생〉 그런데 선생님, 광속은 음속의 약 몇배나 됩니까?

〈선생〉 100만배까지는 못되지만 약 90만배는 된단다.

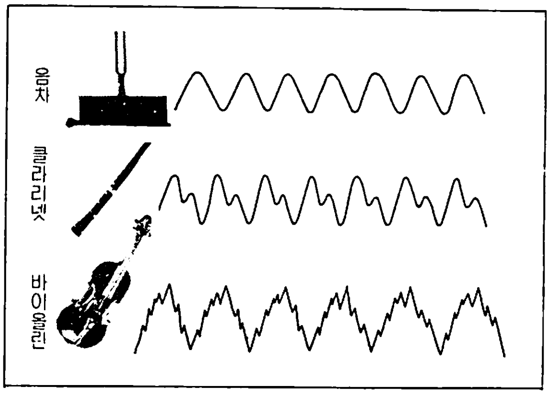


그림 1-2 음파의 옆 모습을 오실로스그래프로 보면

〈학생〉 어렸을 때 장난해 본 실전화로 생각해 볼 때, 소리는 공기 속 뿐 아니라, 실 속 같은 데로도 전파되어 가는가요.

〈선생〉 소리(소밀파)는 물질 속이라면 어떤 것에서나 전파되어 간다. 그 음속은 표 1-1과 같이 된다. 이 표를 보면 피아노선 속에서는 소리가 매초 약 5000m의 속도로 전파되어 가는 것을 알 수 있다.

3. 소리의 높이는

〈학생〉 「소리의 높이(피치)」에 대하여 물리적인 각도에서 좀 설명해 주십시오. 악기를 만드는 데 가장 중요한 것으로 생각되니까요.

〈선생〉 그럼, 반대로 내가 좀 구체적인 것을 물어 보자. 만일 45회전용의 도우넛반 레코오드를 33회전의 플레이어로 연주하면 곡의 템포가 늦어질 것은 알 수 있지만, 들리는 소리는 어떻게 될까?

〈학생〉 음정 전체가 낮아질 것 같은데요.

〈선생〉 그렇지. 들리는 각 음의 높이는 약 4도(약 반 옥타아브) 정도 내려간 낮은 소리로 들린다.

소리의 고·저의 감각이라는 것은 단위시간에 있어서 음파의 진동 횟수, 즉 음파의 진동수로 결정된다.

〈학생〉 진동수의 단위는 헤르쯔(Hz, 단위는 1/S)이고, 사람의 귀에는 20~16000Hz까지가 소리로서 들린다고 배웠읍니다.

〈선생〉 사람에 따라 개인의 차이가 있고, 나이에

표 1-1 여러 가지 물질 속에 있어서의 음파(종파)의 속도

	물질	온도 (°C)	속도 (m/s)
기체	공기 (건조)	−10	325.4
	〃 (〃)	0	331.45
	〃 (〃)	15.0	340.55
	〃 (〃)	30	349.6
	산소	20	317.2
	수소	〃	1269.5
	질소	0	337
액체	에틸알코올	23~27	1207
	물	〃	1500
	해수(염분 30/1000)	20	1513
고체	얼음	−4	3230
	소오다유리	—	약5400

	물질	온도 (°C)	속도 (m/s)
고체	대리석	—	3810
	철	—	5950
	마사	—	1800
	점토	8	1659
	떡갈나무	—	4200~4300
	삼목	—	4000~4900
	소나무	—	3320
	구리 (Cu)	—	5010
	알루미늄 (Al)	—	6420
	철 (Fe)	—	5950
	스티일 와이어(피아노선)	—	4900~5170

따라서도 달라 일반적으로는 고령화하면 그 폭이 좁아지는 모양이다. 낮은 소리에서는 16Hz까지 들린다는 사람도 있는 모양이다. 그리고 16000~20000Hz까지의 진동은 그 음파 단독으로는 잘 들리지 않지만, 다른 소리에 가해지면 음색의 변화로써 알 수도 있다. 어쨌든 들리는 소리의 범위는 약 10옥타아브 정도라고 생각하면 된다.

〈학생〉 진동수가 2배가 되면 소리는 1옥타아브 높은 소리로 됩니까? 그 옥타아브 내에서의 배열(음계)은 어떻게 되어 있읍니까?

〈선생〉 음계(musical scale)를 말하자면, 동서고금의 각 민족이 가지 각색의 음계를 가지고 있지. 고대로 올라가서는 저 피타고라스(B·C 582~493)가 현의 길이와 소리의 높이와의 관계나 화음 등도 연구하여 유명한 피타고라스의 음계를 만들었다.

〈학생〉 현재의 서양 음계, 즉「도 레 미 파 솔 라 시」에 대해서 좀 설명해 주십시오. 파나 솔이나 라 등은 현의 길이가 정수분의 1로 되었을 때의 소리이므로, 그 존재 이유는 알 수 있지만 현의 길이에 있어서는 어중간한 레나 시 등의 음까지도 더해서 왜 7개의 소리로서 구분을 정했을까요.

〈선생〉 어려운 질문이군.

이것은 어디까지나 상상이지만, 월화수목금토일의 7요일이나 럭키 7(세븐) 등 서양에서는 7이라는 숫자에 어떤 신비감을 느끼고 있는 것이 아닐까.

〈학생〉 그러면 평균율음계라는 편리한 음계는 언제부터 있게 된 것입니까.

〈선생〉 근세 이후, 오르간에 건반이 사용되기 시작해서부터일 것이다.

프랑스의 음향학자로서 신학자이기도 한 M 노르센(1588~1648) 등에 의하여 사용하기 쉬운「12등분 평균율 음계」가 고안 되었다고 한다. 그리고 JS 바하(1685~1750)는 평균율 음계로 피아노곡집 등을 썼던 모양이다.

〈학생〉 12등분 평균율 음계라는 것은, 1옥타아브간의 진동수를 정확하게 12개로 등분한 것입니까.

〈선생〉 12등분(표 1-2)이라 하지만, 등차적으로 12등분이 아니라 등비적으로 12등분한 것이다. 대개 사람의 감각량이라는 것은「자극」자체의 차이보다도 자극의 비율로 결정되는 것이다.

〈학생〉 그것은 무슨 까닭인지 예를 들어 좀 설명해 주십시오.

〈선생〉 흔히 사용되는 예이지만, 손바닥에 10g의 분동을 놓고 1g 추가했을 때의 감각은 100g의 분동을 얹어 놓고 10g을 추가했을 때의 느낌과 같게 느껴지는 것이다.

〈학생〉 그러면 100Hz의 소리가 150Hz로 변했을 때의 느낌은 1000Hz의 소리가 1500Hz의 소리로 되었을 때의 느낌과 같이 느껴지는 것이군요.

〈선생〉 그렇기 때문에 1옥타아브 사이를 소리

의 높이가 12등분의 간격으로 나뉘어져 있는 것처럼 들리기 위해서는 진동수가 약 6%씩 많아지도록 구분하면 된다. 칠판에 써 보면,

$\sqrt[12]{2} = 1.05943 \fallingdotseq 1.06 \quad \therefore (1.06)^{12} \fallingdotseq 2$

가 된다.

〈학생〉 네, 그렇군요. 1.06배씩으로 하여(6% 씩 많아져서) 처음의 진동수의 2배가 되는 것이 바로 12번째군요. 이 12번째 때 진동수가 2배, 즉 1옥타아브 높은 소리가 되면 되는 것이죠. 그런데 그림 1-3은 건반의 키이와 5선상의 음표의 머리와 건반의 각 음이 대응해 있는 것이군요. 시보음 등에도 사용되는 A음은 진동수가 440Hz인데, 왜 이 440Hz를 음정의 기준으로 했읍니까?

〈선생〉 절대적인 표준 피치는 옛날에는 A_4=435 Hz(프랑스 피치)였다. 이 높이는 일설에 따르면 인생의 처음, 즉 아기가 탄생할 때「으아!」하고 소리치는 저 고고의 소리의 높이라고도 한다. 그렇지만 현재는 그보다 약간 높이 잡아 440Hz(국제 피치)를 기준으로 하고 있는 것이다.

4. 소리의 크기는

〈학생〉 그럼 이제 소리의 크기에 대하여 좀 말씀해 주십시오. 소리의 크기라는 것은 소리의 강도를 말하는 것입니까?

〈선생〉 아니야, 정확하게 말하자면 틀려. 크기는 감각량이지만 강도는 물리량이다.

〈학생〉 좀 더 구체적으로 설명해 주십시오.

〈선생〉 그럼 드럼의 예로 설명해 보자. 드럼을 세게 때렸을 때 소리의 높이는 거의 변함없지만 큰 소리가 울린다.

〈학생〉 세게 두드릴수록 드럼의 가죽의 진폭은 크게 된다.

〈선생〉 가죽의 진폭이 커질수록 음파의 진폭도 커지는데, 드럼에서는 강한 음이 방사된다.

〈학생〉 음파의 강도는 진폭에 비례합니까?

표 1-2 12등분 평균율에 있어서의 다장조 음계
(다를 1로 했을 때의 각 음의 음계는)

음 명	진 동 수 비	음 정 값
다̇	2 : 1	2.000
나	15 : 8	1.875
가	5 : 3	1.667
사	3 : 2	1.500
바	4 : 3	1.333
마	5 : 4	1.250
라	9 : 8	1.125
다	1 : 1	1.000

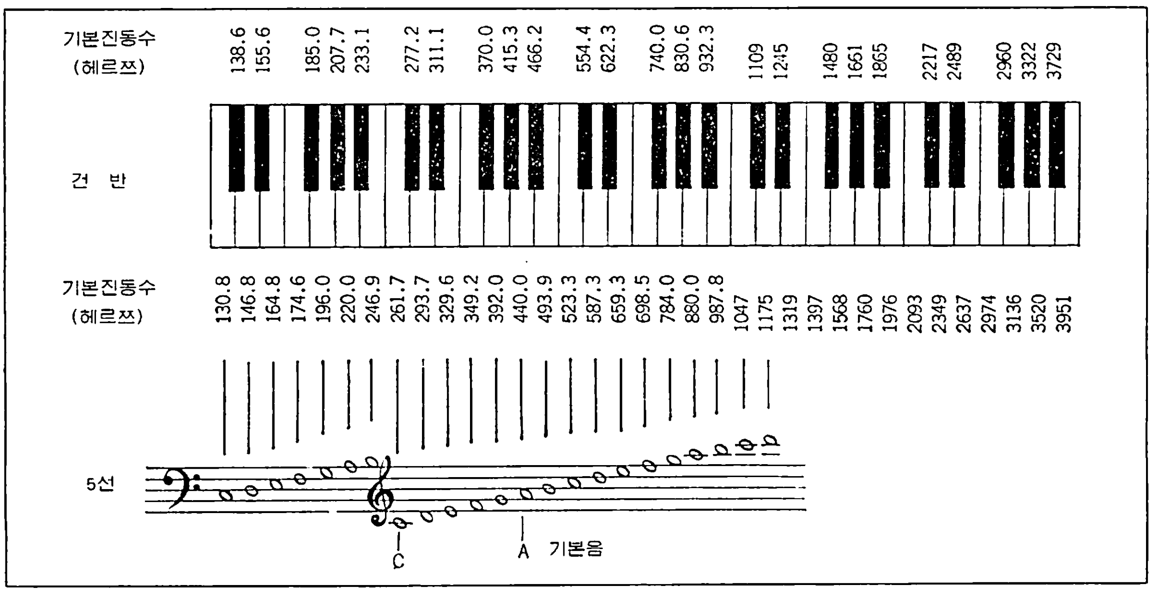


그림 1-3 12평균율 음계와 진동수의 관계

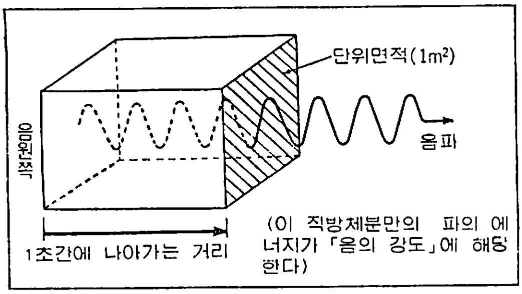


그림 1-4 음파의 강도 정하는 법

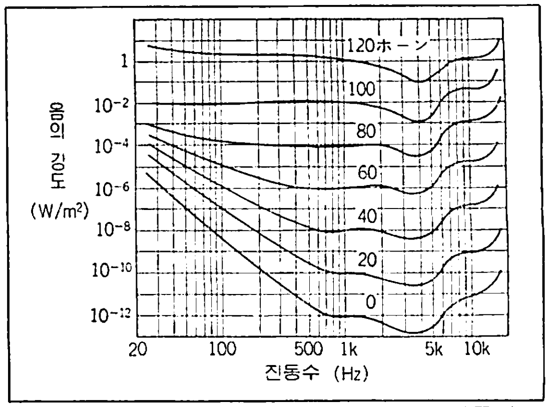


그림 1-5 플레처 먼슨씨에 의한 음의 등감곡선

〈선생〉 진폭의 제곱에 비례한다. 그리고 진동수의 제곱에도 비례한다.

〈학생〉 음원에서 멀어질수록 음파의 에너지는 약해지죠.

〈선생〉 음파가 구면형으로 퍼져 나갈 경우는 그 에너지의 강도는 거리의 제곱에 반비례하여 감소된다.

〈학생〉 소리 강도의 단위는 어떤 것입니까.

〈선생〉 음파가 공기 속을 나아갈 때에는 공기의 진동 에너지가 운반된다. 그래서 그림 1-4 와 같이 진동에 대하여 평행인 단위면적($1m^2$) 을 단위 시간(1초간 : s)에 통과하는 소리의 에너지량으로 나타내기로 한다. 따라서 단위는 〔J(주울)/m^2·s〕가 된다. 〔J/s〕는 아는 바와 같이 〔W(와트)〕이므로 〔W/m^2〕라고도 쓸 수 있다. 안방에서 듣는 TV 소리 등, 스피이커의 면에서 1/10와트만 되면 충분할 것이다.

〈학생〉 이야기가 상당히 어려워집니다. 그런데 보통의 감도 정도의 귀를 가진 사람이 느끼는 가장 약한 소리는 어느 정도의 강도입니까?

〈선생〉 소리의 높이에 따라서도 다르지만 1000 Hz 부근의 음파에서는 대개 10^{-12} W/m^2라 하지. 그렇기 때문에 이 강도를 기준으로 하여 0dB이라 한다. 또 이 소리의 크기를 기준으로 하여 0폰으로 하고 있다.

〈학생〉 그림 1-5를 보면 같은 강도의 소리라도 진동수에 따라 소리의 크기는 상당히 다르게 느껴지죠.

〈선생〉 일반적으로 낮은 소리를 내는 악기나 스피이커(우우퍼 등)가 비교적 큰 에너지를 내고 있음을 알 것이다.

〈학생〉 소리의 크기의 느낌은 소리의 강도에 비례하여 정합니까?

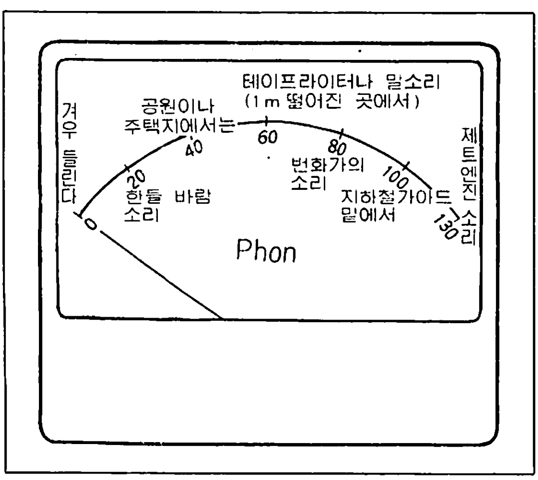


그림 1-6 레벨계

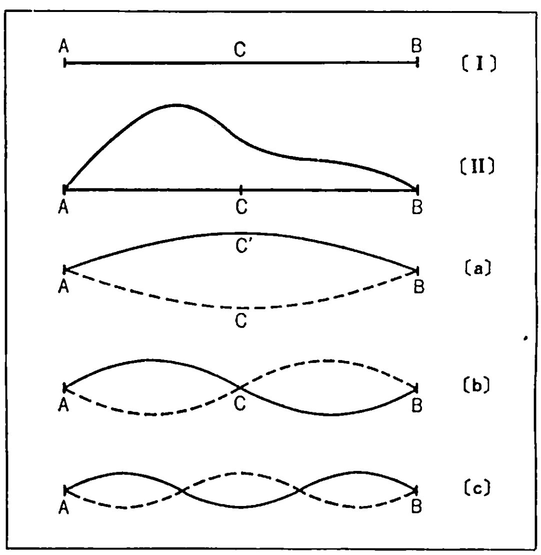


그림 1-7 현의 진동 모우드

〈선생〉 사람의 모든 감각량은 자극의 물리량에는 정비례하지 않는다.

1000Hz 전후의 소리에서는 음파의 강도가 10^x배가 되면 크기는 10^x폰이 된다. 즉, 음파의 강도가 100배, 1000배, 10000배로 증가하면 귀로 느끼는 크기는 20배, 30배, 40배, 즉 20폰, 30폰, 40폰 크기의 소리로 느끼는 것이다.

〈학생〉 1000Hz 이외의 소리일 경우, 그 크기는 그 소리와 같은 크기로 들리는 1000Hz의 소리의 폰수로 나타내면 됩니까(그림 1-6).

〈선생〉 음, 그렇지. 그리고 노파심으로 말해 두고 싶은 것은, 가정에서 엘렉 기타아 등을 즐길 때 앰프의 볼륨을 적당히 낮추어 그 출력이 약 70폰(주간) 정도를 넘지 않도록 하여야 한다. 세상에는 고요하고 쓸쓸한 정적(≦0폰)이야말로 「참다운 음악」이 아닌가…하고 생각하는 사람도 있으니까.

5. 음색이란

〈학생〉 다음에는 음색에 대하여 설명해 주십시오. 이른바 음의 3요소는 알고 있읍니다만.

〈선생〉 음색을 정하는 요소라 하면, 그것은 기음에 실려 있는 배음의 종류와 그 양이 포함된 비율이라 하겠지.

〈학생〉 좀 더 알기 쉽게, 이를테면 현의 진동을 예를 들어 설명해 주십시오.

〈선생〉 그림 1-7의 (1)은 A, B 2개의 못을 고정시키고, 그 사이에 현(스티일 와이어 등)을 1개 쳐 본 것이다.

〈학생〉 그러면 현의 중점 C를 튀겨 볼까요.

〈선생〉 그 경우 튀긴 에너지는 C점에서 좌와 우의 현에 전해져 A, B 두 끝까지 달하고, 거기서 각각 반사한다. 이 때 반사한 현의 진동에너지는 방향이 바뀌어 다시 현을 타고 전해져 나간다. 그리하여 현의 양단 B, A까지 와서 또 반사한다. 이런 일을 몇번이나 반복한 결과, 현은 (a)와 같은 형상으로 보이는 것이다.

〈학생〉 교과서 등에는 A와 B를 마디라 하고 진동이 가장 큰 부분인 C′는 배 등으로 나타내고 있읍니다.

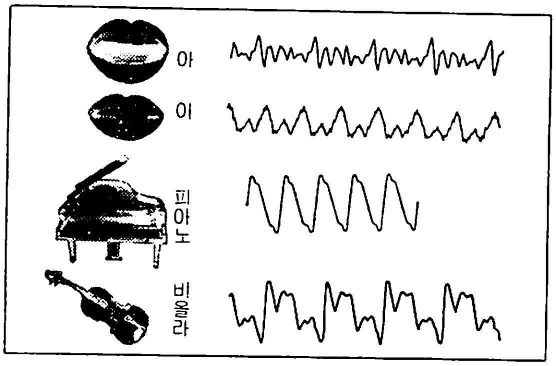


그림 1-8 파형과 음색의 대응

〈선생〉 (a)와 같은 진동을 현의 기본진동이라 한다. 그리고 이 때 울리는 소리를 기음이라고 말한다.

이 기음진동에서는 현 AB의 2배가 그 기음의 파장이 된다. 따라서 현을 전해 가는 음속을 2×(AB)로 나눈 것이 기음의 진동수가 되는 것이다. 기음은 원음이라고도 하여 소리의 높이를 정하는 중요한 소리이다.

〈학생〉 현의 진동은 기본진동 이외에 또 있읍니까?

〈선생〉 여러 가지 진동이 있지.

현 AB를 기본진동시켜 놓고 만일 중앙의 C′부의 상하를 손톱 등으로 가볍게 누르면 진동은 어떻게 될까.

〈학생〉 그 경우 C′점은 진동할 수 없게 되기 때문에 마디가 되고, 진동 상태는 (b)와 같은 형태가 되는 것이 아닙니까.

〈선생〉 바로 그대로다.

이 경우, 기본진동 때와 비교하여, 마디와 마디의 간격이 1/2이 되기 때문에 파장도 반

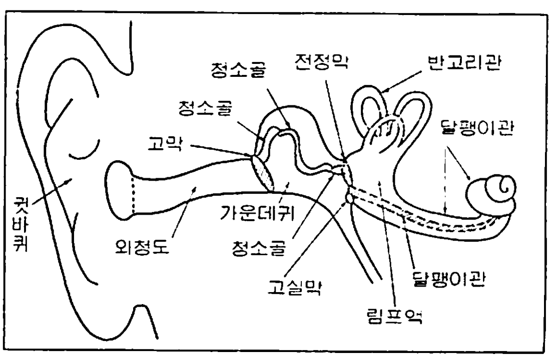


그림 1-9 귀속의 구조

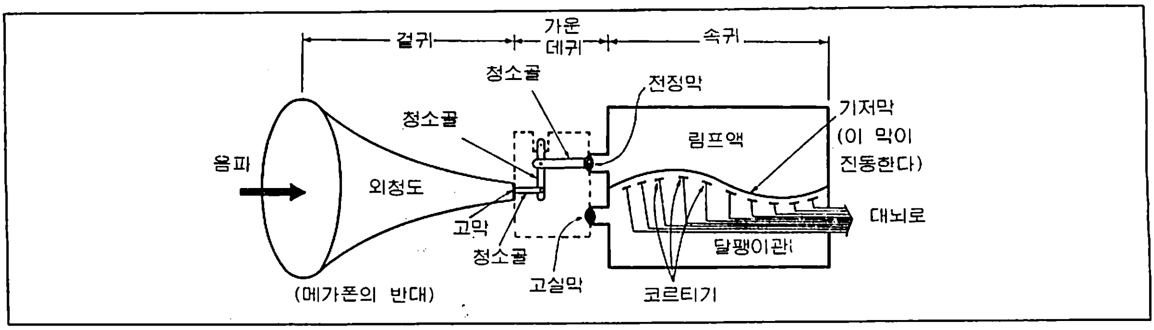


그림 1-10 귀의 메카니즘

이 되고 발생하는 소리의 진동수는 그 반대로 2배가 된다. 기본진동에 대하여 2배 진동이라 한다.

〈학생〉 그러면 그 때 나는 소리는 기음의 2배의 진동수이기 때문에 2배음인가요?

〈선생〉 그렇지. (c)와 같은 진동이면 3배 음이 난다.

일반적으로 현의 진동은 기본진동과 몇개의 배진동이 공존하고 있는 것이다. 따라서 여러 가지 진동이 동시에 혼합되어 있기 때문에 좀 과장해서 그리면 (Ⅱ)와 같은 진동 형태로 된다. 그리고 그 때 나는 소리는 몇개의 다른 배음이 기음에 실려 있어 음색이 복잡해지고 변해지는 것이다.

〈학생〉 배음 외에 상음이라는 것은 어떤 소리입니까?

〈선생〉 진동수가 기음의 2배나 5배 등과 같이 정확하게 정수배가 되어 있는 소리를 배음이라 하는데, 배음 중에서도 배수가 상당히 커지면 그 소리를 상음이라 한다.

〈학생〉 배음이 섞여 있으면 그 소리는 높이 들리지 않습니까?

〈선생〉 소리의 높이는 그 소리의 기음의 진동수로 결정되는 것이다. 기음 위에 실려 있는 몇개의 배음은 그 음의 음색을 결정하는데만 관계가 있는 것이다(그림 1-8).

또 높은 배음의 포함된 비율이 많은 경우, 즉 상음이 풍부하면 그 음은 밝은 느낌을 주는 소리가 되는 것 같다.

〈학생〉 어떤 소리에 상음이 많이 포함되어 있습니까?

〈선생〉 심벌즈와 같은 타악기의 소리, 즉 단단한 막대 등으로 판 같은 것을 두드릴 때 나는 소리에는 상음이 많이 포함되어 있다.

〈학생〉 피아노는 부드러운 펠트의 해머로 현 길이의 1/8 되는 점을 두드린다고 들었읍니다만….

〈선생〉 고음부 이외의 타현점은 그렇지.

타현점은 현의 중앙부 등보다도 1/8 부근이 더 귀에 거슬리는 배음인 「7배음」이 없이 보다 쾌감을 주는 음색의 배음이 발생하기 쉽게 되는 모양이다.

〈학생〉 현악기에서는 현을 튀기는 위치에서 배음이 나는 비율이 달라지고 그 음색이 결정되는 것입니까?

〈선생〉 그렇지만 실제로는 그 진동의 대부분이 일단 향판이나 울림상자에 흡수된 후 소리의 에너지로서 방출되기 때문에 현의 진동뿐 아니라, 향판 등의 개성도 가해진 소리가 된다.

〈학생〉 어쨌든 복잡한 배음의 포함 상태 등을 즉각 판단해 버리는 우리들의 귀는 훌륭한 장치라 할 수 있겠군요.

〈선생〉 뿐만 아니라 $10^{-12}W/m^2$ 등의 약한 소리도 느끼는 고감도의 소형 마이크로폰이다. 그럼 이제부터 귀에 대하여 이야기해 보자.

6. 귀의 역할은

〈학생〉 사람의 귀는 다른 동물과 비해서 어떠한 특수한 구조로 되어 있읍니까?

〈선생〉 동물에는 여러 가지 동물이 있으니 일률적으로 말하기는 곤란하지만, 등뼈가 있는 동물 중 사람과 가까운 포유류의 귀와, 이 포유류들보다는 훨씬 전부터 살아 온 곤충의 청각

기와 비교해 보자.

〈학생〉 그 차이점이 두드러진 것은 무엇입니까?

〈선생〉 곤충에서는 음파의 공기진동을 「고막」(몸 표면 가까이에 있다)으로 받으면, 고막에는 직접 소리를 느끼는 청각신경이 분포되어 있어서 곧 소리를 느낄 수 있는 모양이다.

거기 대해 포유류의 귀는 그 선조가 물속에 산 고기(?)였기 때문에 청각신경은 액체 (임파액) 속에 잠겨 있다. 따라서 그냥은 공기의 진동은 음향 임피이던스(밀도×음속)가 다르기 때문에 능률적으로 액체 속에 전파되지 않는 것이다.

〈학생〉 수중의 고기였던 시대로부터 생활환경이 육상으로 옮겨지게 되어 귀의 구조도 복잡하게 진화(적응)하게 되었군요. 어떻게 적응한 것일까요?

〈선생〉 그림 1-9를 보자. 외청도는 이른바 귓구멍인데, 지름은 평균 0.8cm, 길이는 약 2.5cm 정도의 관이다. 이 관의 주파수 특성은 1000~5000Hz의 소리에 공명하기 쉽게 되어 있다.

그 때문에 이 구멍 덕분에 고막(귀청)의 음압은 약 2배나 된다.

〈학생〉 고막의 진동은 또 어떻게 됩니까?

〈선생〉 고막의 안쪽은 중이(가운데 귀)라 불리는 고실로 되어 있고, 그 속에는 3개의 작은 청소골이 있다. 이 뼈는 서로 지렛대의 구조로 되어 있어 고막이 진동하는 힘을 약 3배 정도로 증폭하는 장치로 되어 있는 모양이다.

〈학생〉 이 부분은 AGC(자동 감도조절기)가 붙어 있다고 들었는데요.

〈선생〉 그렇다. 고막에 너무 큰 소리가 가해지면 이 청소골의 결합이 약해져서 강한 소리가 속귀 쪽으로 전해지지 않게 되어 있는 모양이다.

〈학생〉 상당히 정교한 구조군요.

〈선생〉 이렇게 해서 전해진 진동은 전정막이라 하는 달팽이 비슷한 관의 끝에 있는 막에 전해진다. 이 막과 고막의 크기의 비는 1 : 25 정도로 되어 있는 모양이다. 따라서 단위면적당의 압력은 약 25배 정도로 크게 된다.

〈학생〉 음압은 귀 속에서 차례로 증폭되어 가는 것입니까?

〈선생〉 2배, 3배, 25배와 같이 상승적이 되기 때문에 음압은 약 150배 정도로 높여져 속귀의 액체 속에 잠겨 있는 청각신경에 전달되는 것이다.

〈학생〉 속귀의 달팽이 속에서는 소리가 고·저로 나뉘어집니까?

〈선생〉 그렇지. 새끼손가락 끝 정도 크기의 달팽이지만, 그 속(달팽이관)은 벽(막)으로 구분되어 있는데 안쪽에 있는 막일수록 두꺼우며 느슨하게 되어 있는 모양이다.

〈학생〉 낮은 소리는 안쪽에서 피이크를 일으킵니까?

〈선생〉 막에는 그림 1-10과 같이 픽업(?)이 나수 배열되어 있는데, 이 부분에서 기계적인 진동의 강약, 고저 등을 각각 전기적인 펄스 신호로 변환하고 있는 것이다. 이 전기신호는 신경세포로서 대뇌의 청각 중추로 보내지면, 거기서 소리를 알아듣는 것이다.

〈학생〉 오케스트라 등 많은 악기의 소리를 동시에 즐길 수 있는 것도 이 정교한 청각 기관인 귀가 있기 때문이군요.

7. 전기악기란

〈학생〉 지금부터 여러 가지 전자악기를 만들어 나갈 작정인데, 「전기악기란 어떤 것인가」부터 생각해 보고 싶읍니다.

〈선생〉 그에 앞서 우선 악기란 어떤 것인가부터 시작하는 것이 어떨까.

〈학생〉 참 그렇겠읍니다. 악기 악기 하지만 그것이 어떤 것인가 하고 물으면 좀 설명하기가 어렵습니다.



사진 1- 1 고대 그리이스의 어코오스틱 악기

〈선생〉 너무 엄밀하게 생각하지 말고 악기란, 연주하는 사람(플레이어)이 동작(행위 = 키고, 불고, 두드리는 것 등)에 의하여 표현하고자 하는 높이와 크기의 소리를 자유로운 템포로 발생시킬 수 있는 기구라고나 한다면 어떨까.

〈학생〉 그 기구에서 나는 소리를 차례로 연결시키면 음악이 되는 것이겠죠.

〈선생〉 소리를 시간적으로 연결시키는 것이 곧 음악이겠지.

〈학생〉 어느 정도의 크기로 어떤 타이밍으로 소리를 발생시키고, 그 소리를 어떻게 변화시켜 어떻게 조합하며, 연결시켜 나가는가 하는 것은 악기 연주자의 영역이 되겠군요.

〈선생〉 악기 제작의 영역에서 말하면, 만드는 악기가 임의의 높이의 소리를 임의의 음량으로 쉽게 꺼낼 수 있고, 게다가 그 소리를 들어서 유쾌하게 느낄만한 음질이 되게 하는 것을 목표로 삼아야 할 것이다.

〈학생〉 그런데, 일반적으로 전기를 사용하지 않는 자연악기〔어코오스틱한 악기(사진 1-1) 즉 생악기〕에 대해서는 그 개요를 알고 있지만, 다음에 전기를 사용하는 악기, 즉 전기악기〔엘렉트릭한 악기〕로 한정시켰을 경우 어떻게

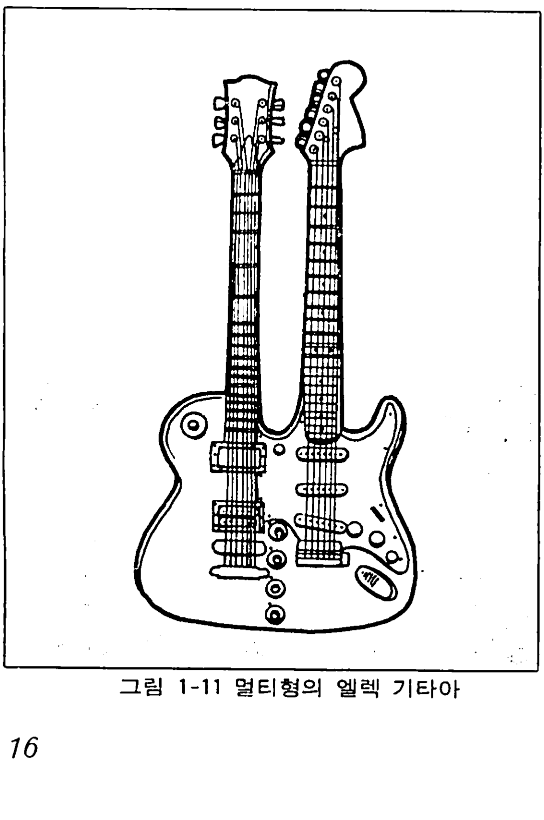


그림 1-11 멀티형의 엘렉 기타아

생각하면 좋을까요.

〈선생〉 여러 가지로 정의를 내릴 수 있겠지만, 일반적으로 전기악기를 규정하면 새로운 사운드를 얻기 위해서 토운 시그널 제너레이터(이하 줄여서 「토운 제너레이터」라 부른다) 로부터의 신호를 전기적인 앰프에 가하여 스피이커를 그 악기의 발음체로 삼은 악기라고나 할 수 있을까.

〈학생〉 그렇겠군요. 전기악기에서는 우선 음의 전기적인 신호(토운 신호)를 만드는 토운 제너레이터가 필요하고, 그 신호를 앰프에 입력하는 것입니다. 이 앰프로는 음량이나 음질도 자유로이 바꿀 수 있읍니까? 스피이커 등의 연구에 의해서도 자연음을 그대로 내는 일반 악기로는 얻을 수 없는 독특한 소리를 만들어 내려는 것입니까?

〈선생〉 좋은 의미에서의 토운 제너레이터는 일반 악기(생악기) 등에서 나오는 음파나 향명체 등의 진동을 픽업 등으로 흡수해도 된다. 그 경우, 앰프에서 보아 픽업이 토운 제너레이터가 된다. 또 전자회로 등에서 특수한 토운 신호를 발생시킬 수도 있지만, 이 경우의 토운 제너레이터는 이들 전자회로이다.

〈학생〉 전기악기라는 숲은 거기에 발을 들여 놓으면 여러 가지로 장난을 할 수 있는 분야가 펼쳐져 있어 매혹적인 영역이라고 들었는데요.

〈선생〉 악기 제작이라는 장르는 예술인 음악과 자연과학인 물리학(특히 음향학과 전자기학), 그리고 공작기술의 접점이라 할까. 복합 영역이라 할 수 있지.

8. 토운 제너레이터

〈학생〉 그럼 이제부터 전기악기에 촛점을 모아 여러 가지를 가르쳐 주셨으면 하는데, 구체적인 개개의 전기악기 제작법에 대해서는 다음 장부터 설명해 주시고, 우선 전기악기의 공통적인 기초사항부터 말씀해 주십시오.

〈선생〉 전기악기에서 기본적인 문제라고 하면, 토운 제너레이터에 대한 것, 픽업의 방법, 앰프회로의 문제, 그리고 발음체인 전기악기용 스피이커 등이 아닐까.

〈학생〉 그러면 먼저 소리(토운)의 전기적 신호(이하 음성신호라 한다)를 만들어 내는 토운 제너레이터(토운 신호발생기)부터 설명해 주시기 바랍니다.

〈선생〉 넓은 의미에서 토운·제너레이터를 다룬다면 그 신호를 만드는 과정부터 크게 나누어 4종류가 된다.

① 일반악기(이른바 생악기)의 공명체(울림상자 등)의 진동을 전기적 신호로서 흡수하는 형.

② 일반 악기(생악기)의 발음원(현 등)에서 직접 그 진동을 전기적인 토운 신호로서 꺼내는 형.

③ 전기적인 장치(이를테면 회전자계 등)에서 토운 신호를 만드는 형

④ 전자회로에서 순 전자적으로 토운 신호를 발생시키는 형

*좁은 의미에서의 토운 제너레이터에서는 ①의 형이 제외된다.

〈학생〉 각기 다른 형의 토운 제너레이터를 가진 악기의 이름을 구체적으로 들어 주시겠읍니까?

〈선생〉 이를테면 넓은 의미에서 전기기타아라는 것이라도 그 기타아에는 어코오스틱형의 기타아와 엘렉형의 기타아(그림 1-11)가 있다. 전자는 고전적인 울림상자를 가진 플라멘코 기타아 등인데, 이 울림상자에 콘택트 마이크와 같은 것을 붙였을 때 이 픽업이 ①의 형의 토운 제너레이터가 된다.

〈학생〉 후자의 엘렉 기타아에서는 어떨까요?

〈선생〉 이것은 현대적 감각에 맞는 형으로서, 소리를 울리게 하는 울림상자는 없고 솔리드 기타아나 하와이언 기타아가 여기에 속하는 악기이다. 현은 스티일 와이어에 국한되어 있기 때문에 현의 진동을 직접「전자 방식의 픽업」으로 꺼낸다. 이 전자 픽업은 ②의 형에 속하는 토운 제너레이터라 할 수 있다.

〈학생〉 ③의 형은 어떤 것입니까?

〈선생〉 대표적인 예로서는 하몬드사의 오르간이 유명하다.

〈학생〉 하몬드 오르간이라 하면 약 50년 전부터 지금까지 일관하여 이와 같은 토운 제너레이터를 만들어 왔는데, 처음에는 시계 메이커였

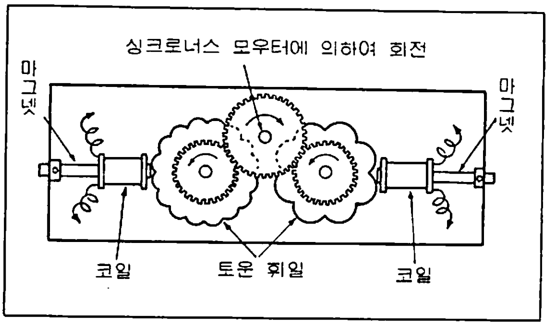


그림 1-12 하몬드 오르간의 토운 제너레이터

다지요.

〈선생〉 그렇지. 시계 메이커답게 그림 1-12 와 같이, 회전수가 일정한 싱크로너스 모우터를 사용하여 그 회전을 음계에 비하여 톱니바퀴로 감속시키고 있다. 톱니바퀴에는 축을 함께 하는 토운 휘일이 붙어 있어서 이 휘일과 전자석 사이에 자속 변화가 일어나고, 코일에 토운 신호가 유기되게 되어 있다.

〈학생〉 코일에는 정현파가(사인파) 발생하도록 연구되어 있어 이 정현파를 여러개 조합시켜 하몬드 특유의 음색을 만들어 내는 모양이죠.

〈선생〉 그렇지. 회전식인 것으로는 현재까지에 자계형뿐 아니라, 광전형, 녹음형, 전계형 등 여러 가지 재미있는 아이디어에서 나온 것이 많이 발표되어 있다. 그러나 최근에는 아무래도 전자회로 방식으로 된 것에 밀려 나고 있는 것 같아.

〈학생〉 그러면 ④형의 순 전자회로로 만들어지는 토운 제너레이터에 대하여 좀 설명해 주십시오. 이런 종류의 제너레이터는 트랜지스터의 출현 이후부터인가요?

〈선생〉 진공관 시대에도 상당히 있기는 했었지. 하지만 안정된 토운 제너레이터로서는 트랜지스터 시대가 됨으로써 그 자리를 굳히게 되었다 해도 좋은 것이다.

〈학생〉 현재로서는 이러한 제너레이터는 물론, IC나 LSI로 구성되어 있겠죠.

〈선생〉 제품의 코스트나 신뢰성의 면에서 말하더라도 마땅히 그렇게 되게 마련이지. 그런데 이 전자회로로 토운 신호를 만들어 내는 방식에도 여러 가지 회로로 된 것이 있는데, 그와 같은 회로 방식을 크게 분류해 본다면 다음의

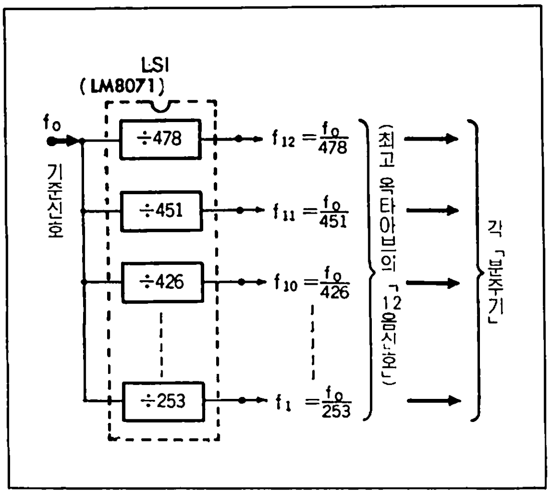


그림 1-13 음계 음원용 LSI를 사용한 마스터 오실레이터

2 가지 방식이 될 것이다.

① 독립 발진방식

② 분주 방식

〈학생〉 ①은 음계를 만드는데 한 음 한 음을 각각 다른 발진기로 발진시킵니까?

〈선생〉 그렇지. 발진(블로킹 발진 등)회로는 악기 음역의 음의 수만큼 필요하다. 그러나 ②의 분주방식에서는 최고 옥타아브의 음계신호를 만드는 발진기(마스터 오실레이터)가 12조 있으면 된다.

〈학생〉 그런 다음에는 마스터 오실레이터의 주파수(진동수)를 1/2씩 분할한 주파수 신호를 토운 신호로 하는 것이군요.

〈선생〉 최근에는 마스터 오실레이터도 기준신호(f_0)를 먼저 평균율 12음의 근사치로 분할해 버리는 LSI가 출현했지. 이 LSI는 1개인데 그림 1-13과 같이 12의 토운 신호를 만든다. 그리고 이 12의 토운 신호를 원 토운 신호로 하고, 다시 12의 분주기에 걸어 각각을 1/2씩으로 분주하면서 저차의 옥타아브의 각 토운 신호를 만들도록 하고 있다.

〈학생〉 ①과 ②에 있어서는 일장일단이 있을 것 같은데, ②가 대량생산할 때 코스트나 조율면에서 더 우수한 것이 아니겠읍니까?

〈선생〉 사실 그렇다. 최근의 메이커제 전자 오르간 등에서는 대부분이 분주방식의 토운 제너레이터를 채용하고 있는 모양이다.

9. 픽업의 방법

〈학생〉 앞 항에서는 4가지형의 토운 제너레이터에 대하여 가르쳐 주셨는데, ①~③까지의 토운 제너레이터(④의 전자회로로서 토운 신호를 만드는 방식의 제너레이터는 제외한다)는 모두 기계적인 진동(물리적인 진동)을 어떤 수단으로 소리의 전기신호로서 픽업하고 있지 않습니까? 그래서 이 픽업에 대하여 좀 더 자세히 알았으면 합니다.

〈선생〉 기계적인 진동, 즉 주기적인 반복의 운동을 하고 있는 것으로부터 그 주기적인 변화를 토운 신호로서 전기적으로 빼내기 위해서는 크게 나누면 그림 1-14와 같이 4가지 방법을 생각할 수 있다.

〈학생〉 I의 전자 방식은 엘렉 기타아나 하와이안 기타아가 이 방식으로 현(스티일 와이어)의 진동을 흡수하고 있는 거죠.

〈선생〉 이 방식은 그림과 같이 코일과 마그넷, 포울 피이스의 3부분으로 구성되어 있다. 가령 스티일 와이어의 현이 진동한다면 현과 포울 피이스의 간격이 그 진동으로 변화한다. 그 때문에 점선으로 나타낸 자기 회로(자계)에 변화가 일어나는 것이다.

〈학생〉 자계에 변화가 있으면 예의 패러데이 의 전자유도의 법칙」으로, 코일에는 현의 진동에 대응한 기전력이 발생하지 않습니까.

〈선생〉 그렇지. 그 기전력이 토운 신호가 되는 것이다. 말하자면 자속에 단위시간당의 변화가 있으면 현의 진동은 진동음의 전기신호로서 빼낼 수 있는 것이다.

〈학생〉 자속 변화를 사용하는 것이므로 현은 반드시 스티일의 현을 사용해야 된다죠. 실 등의 현이나 나일론 현의 진동으로는 이 방식으로 진동을 흡수할 수 없다는 것을 알았읍니다.

〈선생〉 픽업의 코일에 대하여 보면 그 감은수는 마그넷의 강도나 앰프의 입력단자 등에 따라 일률적으로 몇회라고 정하기는 어렵다. 그러나 일반적으로는 대개 10^4회 정도의 감은수를 사용하면 될 것이다. 이 경우 출력은 약 30mV 전후이고, 임피이던스는 약 5kΩ 정도된다.

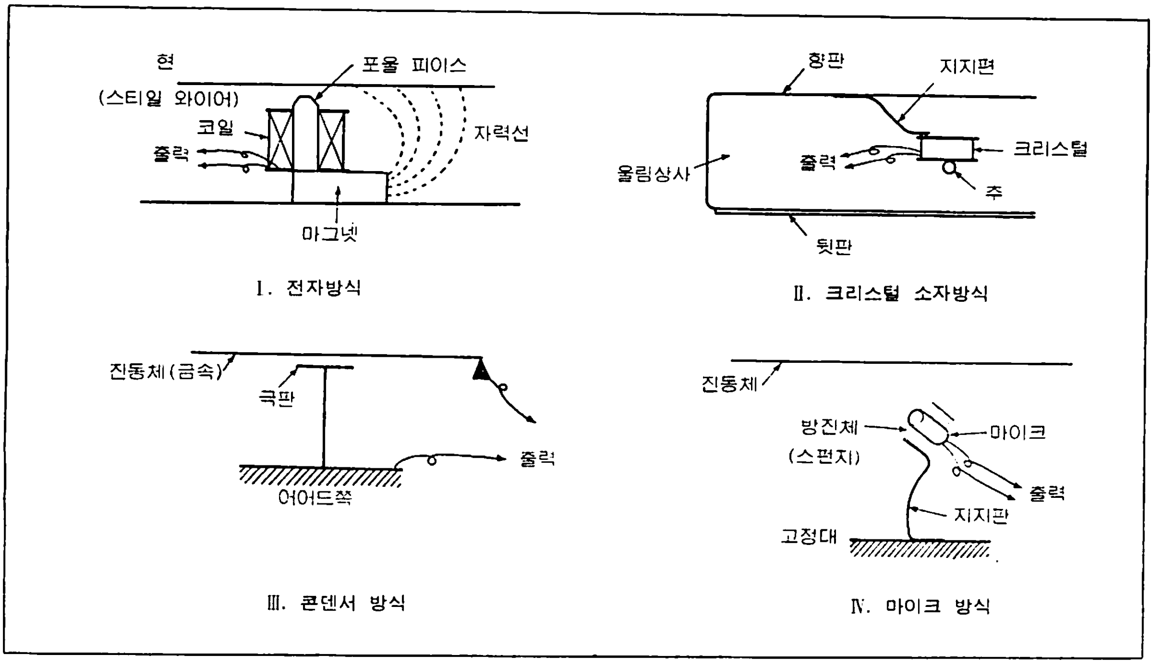


그림 1-14 소리를 전기적으로 포착하려면

〈학생〉 이 전자 픽업을 사용한 악기의 구체적인 제작법은 제 2 장에서 다루기로 되어 있죠. 그럼 다음에 II의 크리스털 방식에 대하여서 좀 설명해 주십시오.

〈선생〉 이 방식은 이른바 압전효과를 이용한 픽업 방식이라는 것이다.

소자에는 로셀염이라든가 수정과 같은 결정체(크리스털) 등을 사용한다.

〈학생〉 크리스털 마이크나 크리스털 리시이버 등도 그 속에는 로셀염의 결정을 사용했겠죠.

〈선생〉 그렇지. 이와 같은 소자를 특정한 「×방향」으로 커트한 것은 외부로부터의 압력을 가하면 그 압력에 대응하여 전압이 발생하기 때문이다.

따라서 거트기타아나 바이올린 등의 울림상자에 이 크리스털 소자를 붙이면 픽업으로서 그 진동을 흡수할 수 있는 것이다. 이런 방식의 픽업을 흔히 콘택트 마이크라고도 한다.

*크리스털 소자를 사용하지 않은 콘택트 마이크도 있다.

〈학생〉 이 픽업 같으면 현은 스티일 와이어가 아니라도 되는 것이겠죠. 크리스털에는 진동의 압력이 어떻게 가해집니까?

〈선생〉 콘택트 마이크(그림 1-15), (사진 3-1)는 뚜껑을 열어 보면 크리스털의 한쪽면에 작은 추(약 0.5g)가 붙어 있다. 그 때문에 울림상자의 진동은 크리스털을 전해 가서 이 추에까지 도달한다. 그리고 추가 진동하면 추에 진동의 가속도가 생기기 때문에 이 가속도에 대응하는 힘을 만들 수 있는 것이다.

〈학생〉 추의 질량과 가속도의 곱이 힘이 되고, 이 힘이 크리스털에 가해지는 것입니까? 그렇다면 크리스털 리시이버의 진동막을 벗기고 그 대신 작은 추를 접착하면 콘택트 마이크의 자작도 할 수 있겠죠. 그런데 이 콘택트 마이크의 감도는 어떨까요.

〈선생〉 울림상자의 진동이 직접 전해지기 때문에 큰 출력신호를 얻을 수 있다.

그러나 크리스털의 임피이던스는 $10^5\Omega$급이기 때문에, 앰프의 입력단자는 하이 임피이던스용의 단자에 접속하지 않으면 안된다.

〈학생〉 그럼 다음에는 III의 콘덴서 방식의 픽업 방법을 좀 설명해 주십시오. 이를테면 할롬비아사의 전자 피아노 「엘레피안」(초기의 것)은 이 방식으로 진동을 흡수하고 있다든가요.

〈선생〉 그렇지. 전자 오르간도 미국의 울리지사의 것이라든가, 일본의 쿠로다토운 등 이 방식으로 리이드 등의 진동을 픽업하고 있지.

어쨌든 진동하고 있는 리이드나 현과 그 부

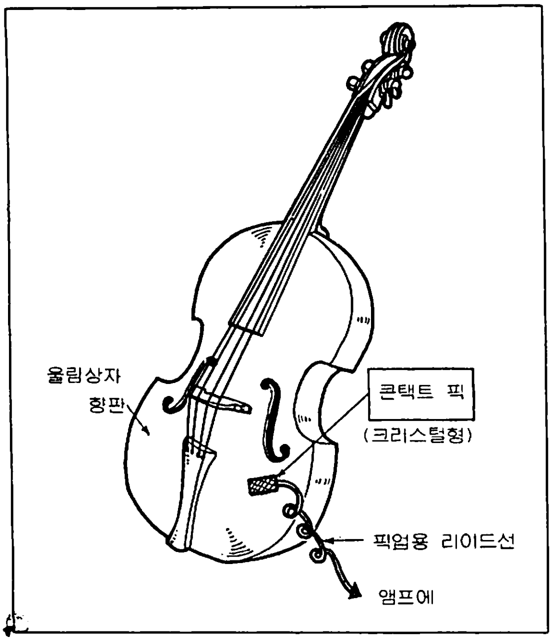


그림 1-15 현악기의 소리를 울림상자에서 픽업

근에 고정된 전극 사이에서 콘덴서를 형성하고, 진동 부분(금속)과 전극과의 간격의 변화는 콘덴서의 용량변화가 되는데, 이 용량의 변화를 진동과 대응시키고 있는 것이다.

〈학생〉 그 용량 변화를 전기신호로서 빼내기 위해서는 어떻게 합니까?

〈선생〉 용량〔C〕의 변화 범위는 매우 작기 때문에 신호는 직류적으로 빼내기보다 LC의 탱크회로로 하여 〔C〕의 변화로 FM변조를 시킨다든가, FET회로에 짜 넣어 교류적으로 빼내는 것이 더 쉽다.

〈학생〉 이 콘덴서 방식이 원리적으로는 좀 어려워 보이는군요.

〈선생〉 그럴지도 모르지. 그러나 전극을 세트하면 그 자체는 다른 방식보다 간단하기 때문에 그림 1-16과 같이, 현 부근의 여러 가지 장소에 전극을 놓고 그 출력의 강도나 위상을 잘 조합시키면 재미 있는 소리를 합성할 수 있고, 여러 가지 음색을 만들어 낼 수 있다.

〈학생〉 위상이나 강도를 잘 조합시킨다는 것은, 어떻게 하는 것입니까? 전자 픽업 등으로도 그와 같은 일을 할 수 있을까요?

〈선생〉 엘렉 기타아 등에서도 현의 진동을 몇개의 점에서 픽업하여 그것을 조합시키고 그 음색을 바꾸지만, 그 기본적인 것은 그림 1-16의 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ과 그림 1-17을 보면 알 수 있을 것이다.

〈학생〉 Ⅰ은 1개의 픽업이 현의 중점에 세트되어 있군요.

〈선생〉 이 경우에는 기본 진동과 홀수의 배진동을 흡수하기 쉽게 된다. 그 때문에 플루우트계 악기와 같은 감을 주는 소리가 된다.

〈학생〉 2개의 픽업을 Ⅱ와 같이 설치해 보면 어떤 소리가 될까요?

〈선생〉 이 경우는 짝수의 배진동도 흡수할 수 있기 때문에 오히려 브래스(금관악기)계 악기와 같은 감이 나는 소리가 된다.

〈학생〉 Ⅲ의 경우와 같이 픽업을 3개로 해 보면 어떨까요?

〈선생〉 기본 진동과 차수가 높은 배진동이 강조되기 때문에 목금 계통의 악기와 같은 감이 나는 소리가 풍부하게 울린다.

〈학생〉 그럼 픽업법의 최후에 Ⅳ의 마이크로폰 방식이 있는데, 이 방식에 대해서도 좀 설명해 주십시오.

〈선생〉 진동체 가까이에 마이크를 놓고, 공기에 전해진 진동을 음파의 형식으로 흡수하는 것이 이 방식이다.

이 경우, 사용하는 마이크의 종류나 크기, 감도, 지향성, f특성, 그리고 마이크의 갯수나 배치 장소 등이 문제가 된다.

10. 악기용 스피이커와 앰프

〈학생〉 그럼 앰프와 스피이커에 대하여 좀 이야기해 주십시오.

〈선생〉 전기악기의 앰프와 스피이커인데, 이러한 앰프나 스피이커도 악기의 일부라고 볼 수 있지. 이 스피이커와 앰프는 로우 파이가 좋다.

〈학생〉 하이 파이가 아니라 로우 파이 말씀입니까?

〈선생〉 그렇지. 전기악기용의 앰프나 스피이커는 오오디오용의 하이 파이 앰프나 스피이커와 그 성격이나 목적이 다르다. 오오디오용의 앰프나 스피이커에서는 어디까지나 그 입력신

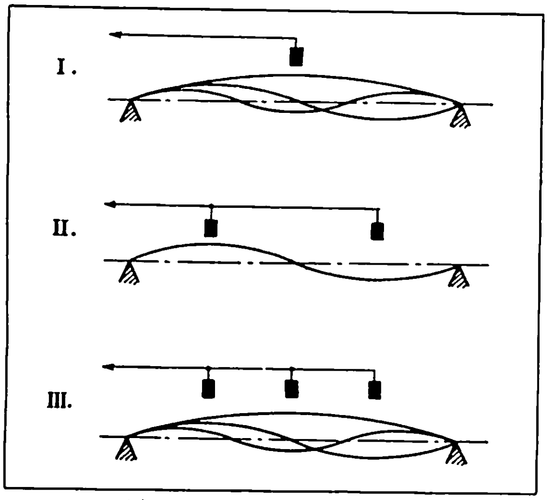


그림 1-16 콘덴서 PU의 고정위치

호를 충실히 증폭하여 방사하는 것이 목적이었지만, 악기용의 앰프나 스피이커에서는 흡취한 신호를 악기의 소리와 같이 증폭(그림 1-18)하고, 악기의 소리와 같이 재현하지 않으면 안된다.

〈학생〉 그렇다면 극단적인 표현을 할 때 입력신호를 악기의 소리와 같이 「흩뜨리는」 것인가요. 말하자면 흩뜨러뜨리면서 증폭하는 것인가요?

〈선생〉 그렇지. 이를테면 스티일 키타아 등에서는 감미로운 감을 주는 소리를 내기 위해서는 약 8kHz 이상의 소리를 커트하여 증폭한다든가 어떤 종류의 배음을 높여서 강조한다든가, 어쨌든 악기 독자의 개성적인 소리를 만드는데 역점을 두는 것이다.

〈학생〉 악기용 스피이커 등에도 여러 가지 형이 있지만, 공통적으로 그 특징적인 것이라 하면 어떤 조건이 있읍니까?

〈선생〉 ① 댐퍼 등이 견고하여 대입력에도 견딜 수 있고, ② f_0는 별로 낮지 않고, ③ 댐핑 때 듣기에 명확성이 좋은 소리를 낼 수 있는 스피이커가 바람직한 것이다.

〈학생〉 앰프의 스케일이 작으면 힘이 빠진 것 같은 소리 밖에 낼 수 없지 않습니까.

〈선생〉 오오디오용의 앰프 등에서는 언제나 출력 레벨은 작지만, 기타아 앰프 등에서는 항상 큰 출력 레벨이 되어 있기 때문에, 앰프의 출력 등도 될 수 있는대로 여유가 있는 것이

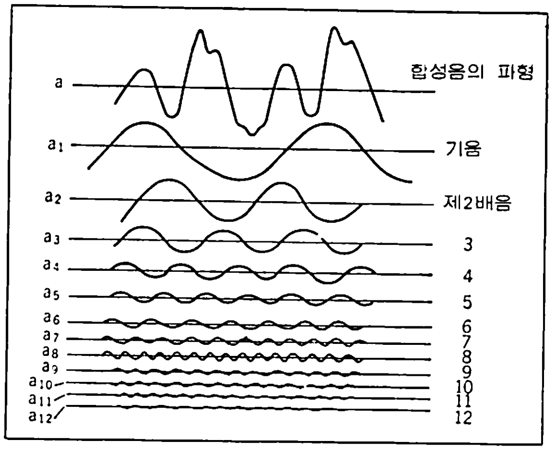


그림 1-17 기음의 배음을 실으면

바람직하다(그림 1-18).

〈학생〉 전기악기에서는 옛날부터 미국의 깁슨사의 앰프 등이 유명한 모양인데, 거기에는 트레몰로 등의 회로도 달려 있는 모양이죠.

〈선생〉 음, 전기악기용의 앰프에는 트레몰로, 비브라아토, 리버어브 그 밖에 여러 가지 효과음을 낼 수 있는 부속회로가 붙어 있는 것이 있지. 참고로 깁슨의 트레몰로 달린 6V6PP 앰프의 회로도(그림 1-19)를 들어 둔다.

〈학생〉 그럼 나중에 즐거운 소리를 내는 앰프나 스피이커들을 만들기로 하겠읍니다.

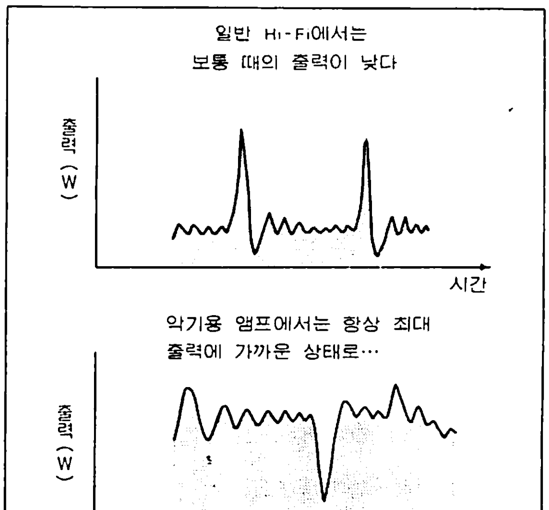


그림 1-18 악기용의 앰프나 스피이커는 언제나 풀 조업

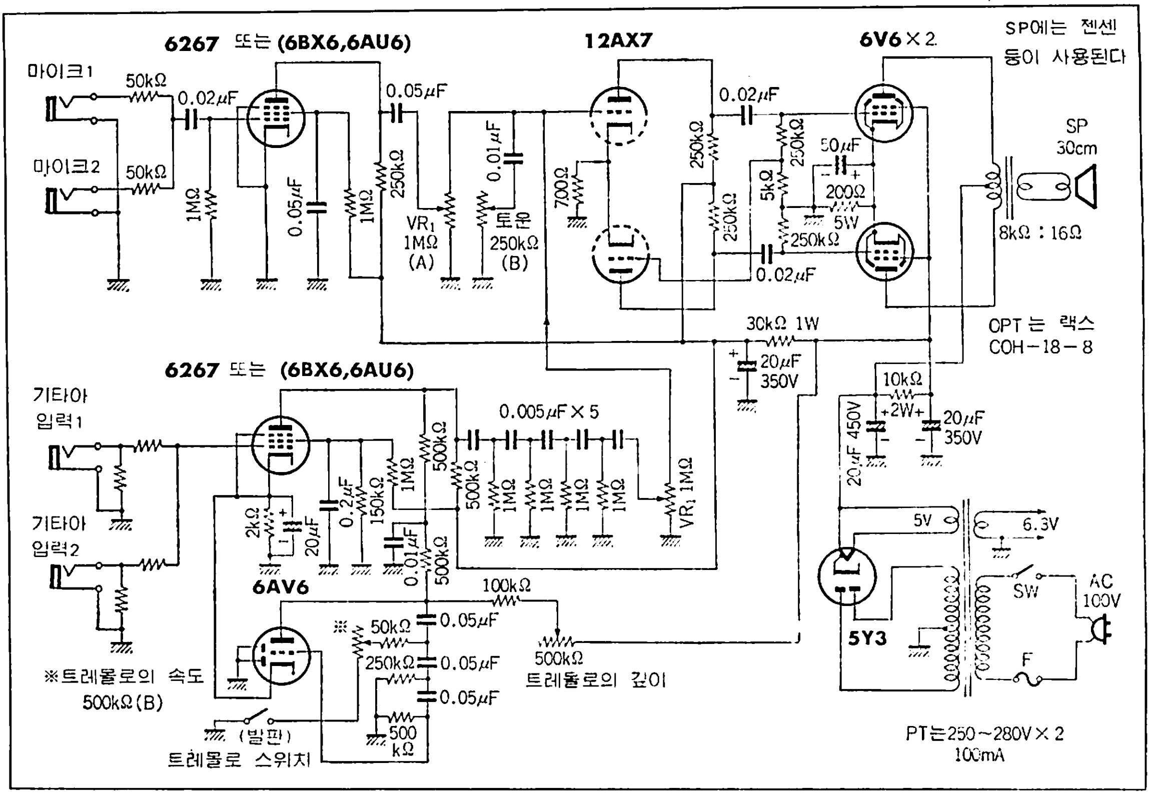


그림 1-19 가장 표준적인 깁슨 트레몰로 있는 6V6 PP 기타아 앰프 회로도

전류의 정체는

—전류와 달팽이는 어느 것이 빠른가—

전자악기 등을 작동시킬 때 그 「주역」은 이 전자악기에 출입하는 「전류」이다.

그 전류의 정체는 무엇일까. 전류를 통하는 것(도체라고 하는 금속이나 반도체 등)의 양 끝에 전지 등의 전원을 접해 보면 도체 속의 하전입자(⊖에 대전해 있는 자유전자나 P형 반도체 속에 있는 ⊕의 정공 등)는 전위차(전압이라고 생각해도 된다)를 평균화하려고 움직이기 시작한다. 이 입자의 이동이 바로 「전류」인 것이다. 그리고 이 전류가 흐르는 방향은 ⊕의 하전입자가 이동하는 방향으로 정해져 있다. 즉, 전위가 높은 (+)극에서 전위가 낮은 (−)극으로 향하는 방향이 된다.

그러나 일반적으로 금속 속을 흐르는 전류에서는 ⊖로 대전해 있는 전자(자유전자)의 흐름뿐이라고 생각해도 된다. 그 전자의 흐름은 전원의 (−)극에서 (+)극의 전위로 빼내져 (+)극쪽으로 향해 이동한다. 따라서 전자가 흐르는 방향은 처음에 정한 전류의 방향과는 반대의 방향이 되는 것이다.

그런데 이 전자의 수를 말하자면 1A의 전류가 흐를 때 (−)극에서 나오는 전자의 수는 1초간에 6.3×10^{18}개나 되는 매우 많은 수의 전자가 술술 나오는 것이다.

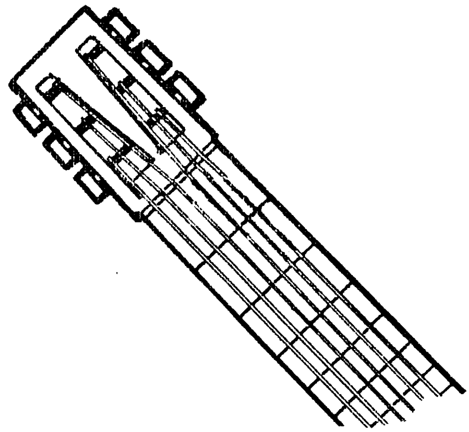
이 술술 나오는 전자의 속도를 보면, 보통 금속 안에서는 초속이 0.1mm 정도로서 극히 슬로우 모우션이다. 따라서 금속 내의 전류는 달팽이 걸음보다도 느린 것이다.

여러분 가운데는, 전자의 흐름은 「빛의 속도와 같다」하는 착각을 가진 사람도 없지 않을 것인데, 전자는 금속 안을 그렇게 빨리 움직일 까닭이 없는 것이다. 전자가 1m의 전선 속을 통과하는데는 하루 이상의 시간이 걸린다.

스위치를 ON하면 전류는 곧 흐르기 시작하지만, 전류의 본체인 「전자」 그 자체는 상상하는 것만큼 그리 빠르지는 않다.

2 전자 픽업으로 소리를 포착하자

2 전자 픽업으로 소리를 내자



여기서 말하는 기타아용의 전자 픽업(사진 2-1)라는 것은 이른바 기타아 마이크를 말하는 것이다. 넓은 의미의 기타아의 마이크라 하면, 다음 장에서 나오는 콘택트 마이크 등도 그 부류에 들어간다. 그러나 일반적으로는 기타아 마이크라 하면, 오늘날에는 이 전자형의 엘렉기타아용 픽업을 가리키는 것 같다.

그만큼 이 전자 픽업이 기타아 마이크의 왕좌를 차지하게 된 이유는 무엇일까. 그것은 이 픽업이 그 나름대로 여러 가지 장점이 있기 때문이다. 그런데 이 픽업이 생겨 난 것은 그 시대 배경을 생각해 보면, 1930년대가 되어 진공관 앰프가 등장한 후이다.

당시 클래식 기타아 등에서 그 음량이 부족한 것을 개탄하고 있던 미국의 「레오 펜더」라든가 「레스 포올」 등에 의해서 그 개발이 정력적으로 추진된 모양이다. 이것은 여담이지만, 일본에서도 2차대전 후 잡지에 이 전자형의 기타아 마이크의 제작법이 가끔 실리기도 했다.

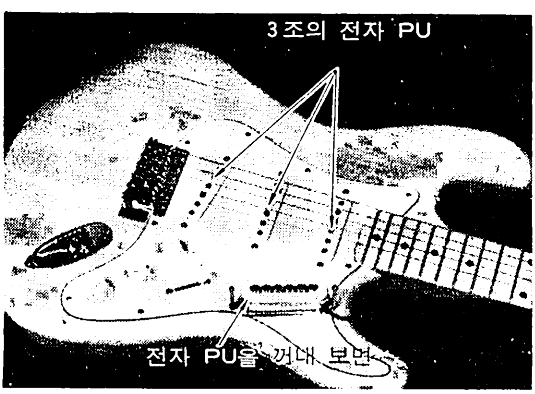


사진 2-1 엘렉 기타아의 전자 PU

그래서 이 전자 픽업(레코오드 플레이어용의 전자 픽업과 혼동하기 쉬우므로 이후 기타아용은 전자 PU이라 한다)의 원리나 구조를 이해하는데 있어서 전자 PU의 실험 공작을 해 보자.

1. 전자 PU의 실험

번저 가장 간단한 단현용의 전자 PU을 가지고 시작해 보자.

준비할 것은 트랜지스터 라디오 등에서 사용하는 리시이버(마그네틱 이어폰)이다. 그림 2-1의 〔A〕가 그 단면도인데, 이것을 기타아용의 전자 PU으로 개조하려는 것이다.

니퍼 등으로 점선으로 나타낸 상반분의 플라스틱 커버를 제거한다. 커버를 벗기면 얇고 둥근 철제의 진동판이 함께 떨어지므로 그것도 떼내어 둔다.

다음에 리시이버의 하반분을 보면 중심에는 철심에 감은 코일이 있고, 코일의 양 끝은 리이드선에 이어지고 리시이버의 외부로 나와 있다.

또 이 코일의 주위에는 원형의 페라이트 자석이 붙어 있다. 앞서 뗀 진동판도 이 자력 때문에 꼭 붙어 있었던 것이다. 그런데 이 이어폰 부분을 전자 PU으로 하기 위해서는 그림 2-1 〔B〕와 같이 세트하면 된다.

스티일 와이어(피아노선)는 임시로 2개의 못으로 양끝을 고정시켜 팽팽하게 쳐 둔다. 그리하여 이 와이어의 밑쪽에 1 mm 정도의 간격을 두고 전자 PU으로부터의 리이드선은 직접 앰프에 접속하는 것이 아니라, 트랜지스터용 출력 트랜

스(1.2kΩ : 8Ω)의 8Ω쪽(2차쪽)에 접속한다.

그리고 앰프에는 이 트랜스의 반대쪽 코일(1.2 kΩ의 1차쪽)의 양끝에 시일드선(끝은 플러그 붙은 것)을 붙이고, 그 시일드선으로 접속하도록 한다. 또 트랜스의 철심부는 시일드선의 어어드쪽에 접속해 두는 것이 좋을 것이다.

이것으로 테스트의 준비는 끝났는데, 한번 더 시일드선의 끝이 앰프의 입력단자(AUX 단자 등)에 접속되었는지 확인하고, 앰프의 스위치를 ON한 다음 스티일 와이어를 튀겨 본다. 와이어가 진동하면 전자 PU과 와이어 사이에서 자계의 변화가 일어나기 때문에 코일에는 기전력이 발생하고, 스피이커에서는 와이어의 진동음 (감쇠음)이 울려 나오게 된다.

여러분 중에는 전자 PU과 앰프 사이에 접속한 트랜스 1.2kΩ : 8Ω이 불필요한 것이 아닌가 하고 생각하는 사람은 없는지. 트랜스가 필요한 이유를 말하자면 이 전자 PU으로 사용한 이어폰의 코일은 감은수가 적기 때문에 임피이던스는 8Ω 정도 밖에 되지 않는다.

그런데, 앰프의 입력단자쪽은 이어폰의 임피이던스보다 2자리 정도 높은 임피이던스용으로 되어 있다. 그 때문에 이대로는 상호의 임피이던스가 전혀 맞아 있지 않다.

이런 경우는 기타아용의 전자 PU에서 발생한 신호 에너지가 앰프쪽에 충분히 전달되지 않는 것이다. 그래서 에너지의 전달을 손실 없이 하기 위해서는 두 임피이던스를 매치시키지 않으면 안된다. 결국 1.2kΩ : 8Ω의 트랜스를 사용하여 두가지 임피이던스를 잘 맞춘 셈이 되는 것이다.

이 사실은 픽업(마이크 등도)을 앰프에 접속할 때 언제나 생각하지 않으면 안되는 것이다. 그리고 시판품 기타아 마이크 등을 사용할 때는 1.2kΩ : 8Ω과 같은 트랜스는 사용하지 않는 것이 좋다. 이와 같은 기타아 마이크의 코일은 5×10^3회 정도의 감은수로서 앰프의 임피이던스와 거의 같은 값으로 되어 있다. 그 때문에 이와 같은 기타아 마이크 등에서는 앰프에 직접 접속하여 소리를 낼 수 있다.

그럼, 이 테스트 실험에서 현(스티일 와이어)의 진동을 전자적으로는 어떻게 픽업하는 것이 좋은지 그 기본적인 것을 이해하게 되었을 것으로 생각한다.

그래서 다음에는 본격적인 기타아용 전자 PU을 사용하여 스티일현을 가진 여러 가지 현악기 등의 소리를 스피이커에서 울려 보기로 하자.

2. 초보자용의 하와이안 기타아

전자 PU을 사용한 전기악기는 여러 가지를 생각할 수 있다. 예의 엘렉 기타아류(솔리드 기타아나 엘렉 베이스 등)나 하와이언 스티일 기타아 나아가서는 전기 하아프… 등등. 어쨌든 현이 스티일 와이어라면 어떤 형의 악기라도 그 진동을 이 전자 PU으로 흡수하여 스피이커에서 소리를 낼 수 있는 것이다.

다만, 현뿐 아니라 그 진동하는 것이 강자성체(강 등 Fe나 Ni, Co 등을 포함하고 있으면 된다)이면 막대건 판이건 좋은 것이다. 어쨌든 현대의 젊은이들은 이와 같이 전자 PU으로 빼낸 전기 소리?에 무척 매력을 느끼는 것 같다.

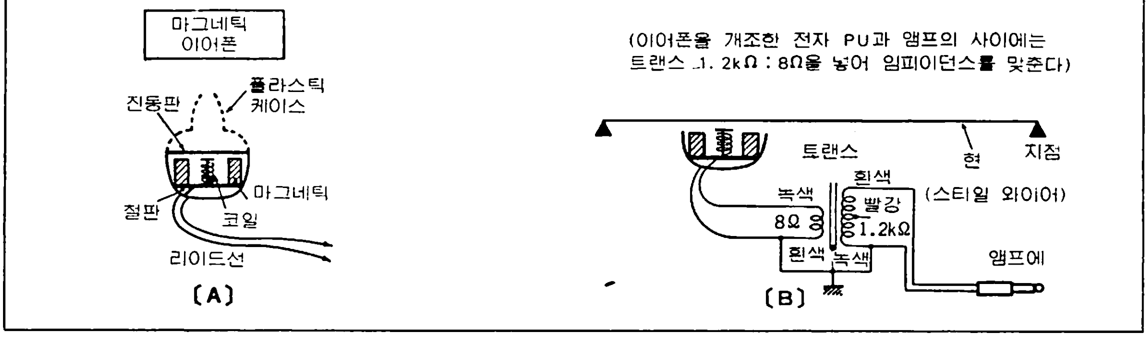


그림 2-1 현악기의 전자 PU

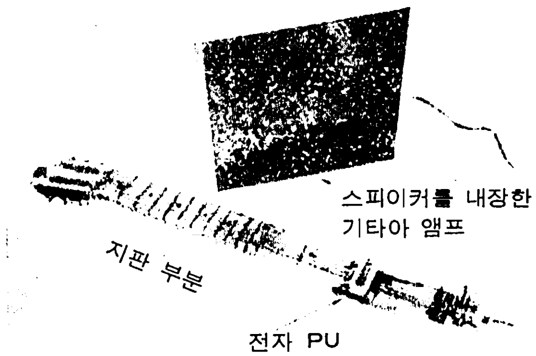


사진 2-2 초보자용의 하와이언 기타아

그래서 우선 전자 PU 악기의 시작으로서 대중적인 하와이언 기타아(사진 2-2)를 만들어 보자. 하와이언은 감미로운 소리를 내는 전기 기타아로서 약간 딱딱한 소리를 내는 웨스턴 기타아 등에 비하여 그 음색에 특징이 있다.

그림 2-2이 필자가 자작한 하와이안 기타아의 전체도이다. 이 그림을 보면서 사용하는 재료나 제작법의 순서를 생각해 보자. 그림을 보아서 알 수 있듯이 그 구조는 클래식 기타아에서 호리병박 모양의 울림상자를 제거하고, 전체가 1개의 긴 판자 모양으로 되어 있다. 그리고 가장 큰 차이점이 무엇인가 하면 클래식 기타아에 없는 전자 PU가 현의 하부에 붙어 있는 것이다.

그 재료는

필요한 재료를 음미하기 전에 미리 말해 둘 것은 그림 2-2에서 보는 약도는 어디까지나 하와이안 기타아의 일례이다. 여러분은 이 도면 그

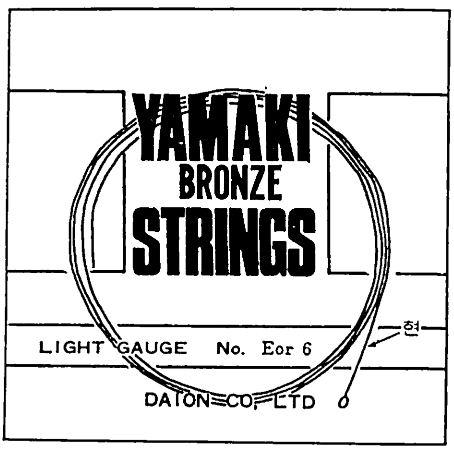


그림 2-2 현 및 현주머니의 일례

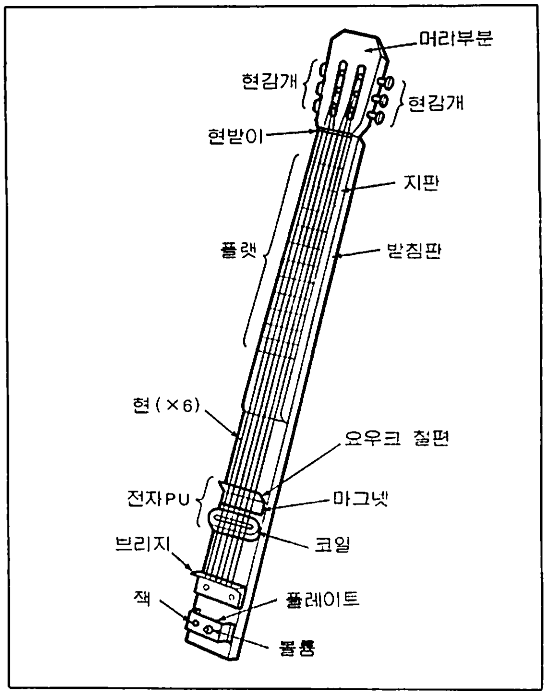


그림 2-3 자작 하와이언 기타아

대로 만드는 것이 아니라, 이 기본적인 그림을 참고 정도로 하여 디자인이나 구조 등을 자유로이 변형하여 창의적으로 고안하기 바란다.

이를테면 울림상자의 향판 등이 깨어져 버린 필요 없는 클래식 기타아 등을 가지고 있는 사람은 네크 부분만을 활용하여 이 하와이안 기타아로 개조해도 좋을 것이다. 또 단판 보디 등을 붙여 엘렉트릭 기타아 등으로 변형하는 것도 자유이다.

보디용 판자

보디를 만드는 대판은 두께 1.5cm 이상으로서 6×60cm의 두꺼운 판자라야 된다. 이 판자의 이상을 말하자면 건조된 단단한 목질의 평평하고 (굽지 않은) 두꺼운 판자가 좋다.

나무의 종류로 말하면 벗나무, 은행나무, 떡갈나무 등이 좋으나 나왕 등도 괜찮다. 또 나무 판자가 아니라 경합금이나 경질 플라스틱판 등을 입수할 수 있으면, 그것을 가공하여 보디를 만드는 것도 재미 있는 시도이다.

어쨌든 보디재는 그 재질이 단단할수록 현의 진동 에너지의 감쇠가 적고, 여운이 있는 소리가 날 것이다.

현

현(스티일 와이어)은 악기점에서 판매하는 것을 사용한다. 6개가 한 세트로 되어 있는 것을 사면 좋다. 시판되고 있는 현은 6개가 각각 주머니(그림 2-3)에 들어 있다. 각 주머니에는 현넘버(1st…E, 2nd…B, 3rd…G, 4th…D, 5th…A, 6th…E)가 표시되어 있다.

따라서 각 현은 혼동하지 않도록, 현을 치기까지는 주머니 속에서 꺼내지 않는 것이 좋을 것이다. 현은 네크 두부를 위로 하고, 지판 (핑거 보오드)을 향하여 오른쪽부터 1, 2, 3, 4, 5, 6과 같이 현이 차차 굵어지게 배열하여 쳐 나가면 된다.

현 감개

사진 2-3이 기타아용의 현감개(6현용) 인데, 큰 악기점이면 수리용 부품으로서 비치하고 있다. 제작에 자신 있는 사람은 자작해도 된다.

브리지 부분

브리지라는 것은 클래식 기타아(제3장 3항에서 해설)에서 말하면 구판과 현받이 부분에 해당한다. 구판에서는 6개의 현이 구판 윗부분에 놓인 골봉에 지지되면서 그 현 끝은 구판에 고정되어 있다. 따라서 현의 진동 에너지는 골봉으로 전해지고 구판을 거쳐 향판에 주어지게 되는 것이다.

그러나 하와이안 기타아에서는 이 부분이 그림 2-4와 같이 직각의 앵글을 가진 브리지라는

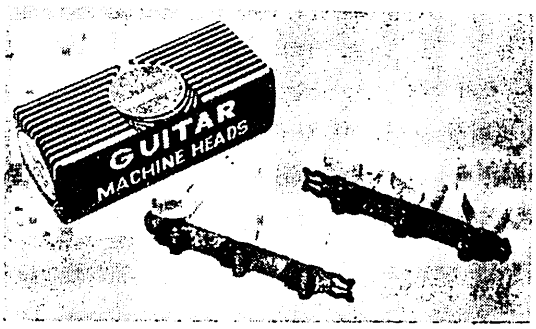


사진 2-3 6현용의 현감이 기구

고정뿐인 것이다. 그리하여 이 부분으로 6개의 현을 확고히 지지하고 골봉 같은 것은 사용하지 않았다.

어쨌든 이 브리지 부분의 재질이 너무 부드러운 것(나무나 에보나이트 등)이면 현의 지점이 포인트가 되지 않게 되므로, 현의 감쇠가 빨라지고 여운이 있는 소리가 나기 쉽다. 그 경우, 음색적으로는 부드러운 감을 주는 소리가 된다. 또 재질이 너무 단단하면 여운은 길게 울리지만 감미로운 느낌이 부족한 소리로 된다.

이와 같이 나는 소리의 여운과 음색의 관계는 브리지의 재질에 좌우된다. 따라서 두가지의 요소를 한데 합쳐 브리지의 재질을 놋쇠나 포금 등으로 만드는 것이 좋다.

그러나 두꺼운 철재(연철의 앵글 등이 좋다)를 그림 2-4와 같이 가공하여 만드는 것이 손쉽지 않을까. 그리고 이 브리지재를 철 계통의 금속으로 만들면 전자 PU과 조합시켜, 자기의 폐회로를 만들 수 있기 때문에 출력이 큰 하와이안

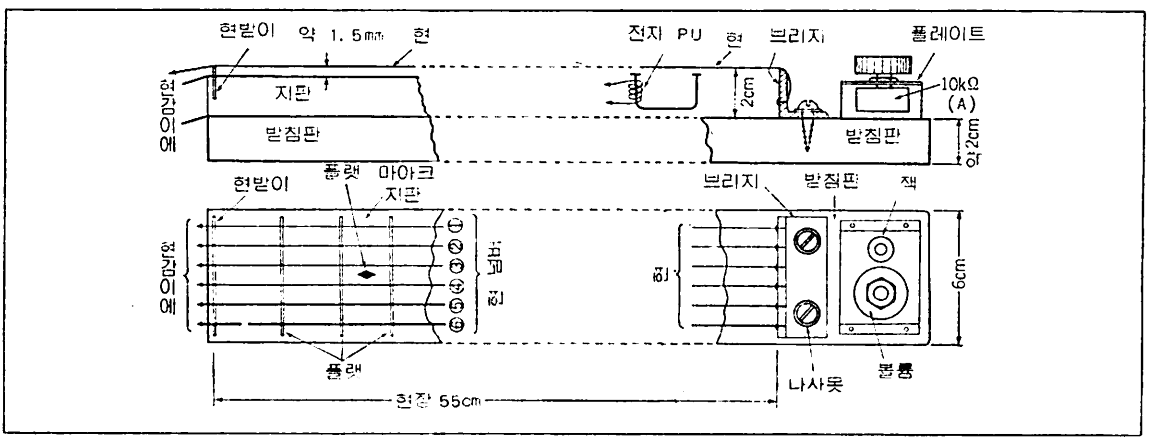


그림 2-4 브리지에서 현받이까지

기타아를 만들 수 있는 장점도 생긴다.

또 이 브리지로 지지된 6개의 현의 다른 끝은 직접 현감개로 감는 것이 아니라, 그 앞쪽에 현받이를 둔다. 이 현받이 부분은 그 높이의 약 반을 대판에 메워 고정시킨 두께 1mm의 철판이나 놋쇠판을 사용한다.

전자 PU부는

하와이안 기타아에 있어서의 심장부는 역시 이 전자 PU일 것이다. 만든 하와이안 기타아를 울릴 때 그 음량이나 음질의 대부분을 결정하는 것이 이 PU 부분이다.

그래서 우선 이 전자 PU은 자작할 것인가 시판품을 구입할 것인가의 기로에 서게 된다. 시판품에는 여러 가지가 있으므로 참고삼아 1개(사진 2-1) 사 보는 것도 좋을 것이다.

그러나 2개째부터의 전자 PU은 자작해 보고 싶은 사람도 많을 줄 안다. 또 이 장에서는 이후에도 전자 PU을 사용한 악기를 만들어 보려고 한다. 그래서 이 전자 PU의 자작 방법을 이 항에서 소개해 보기로 한다.

그림 2-5를 보면 알 수 있는 바와 같이 전자 PU을 자작할 때, 우선 유의하지 않으면 안되는 문제는 자석(마그넷)을 입수하는 일이다. 여기서 필요로 하는 마그넷은 U자형이 아니라 평판 모양의 I형 자석이다.

자석은 페라이트나 알니코 등 어느 것이라도 좋지만, 그 자력은 강한 것이 필요하다.

이와 같은 자석은 이화학 기구를 취급하는 상점에서도 살 수 있지만, 그보다도 가구의 문 같은데 사용하는 마그넷 도어용의 쇠붙이에 강한 평판형의 자석이 붙어 있으므로, 그런 것을 이용해 보는 것이 좋다.

다음에는 요우크의 철편인데, 이것은 각재 부분과 철판 부분으로 구성한다. 철의 각재 부분에는 단면이 1×1cm 정도의 직6면체 모양의 각주가 필요하다. 이와 같은 각봉을 입수하지 못할 경우에는 문방구점에서 철제의 각주형「문진」을 구해서 알맞은 길이로 쇠톱으로 자른 다음에 줄로 가공하여 완성시킨다.

이와 같은 철제 각재 부분은 입수하는 마그넷이 극 방향으로 긴 것이면 필요가 없다. 그러나 마그넷 도어용의 쇠붙이에서 취한 마그넷 등이면 아무래도 극 방향의 길이가 짧기 때문에 이 철의 각재를 덧붙이지 않으면 자극 사이의 스팬이 부족하다.

그럼, 다음에는 철판 부분인데, 이것은 두께 2mm 정도의 철판을 쇠톱으로 같은 모양이 되게

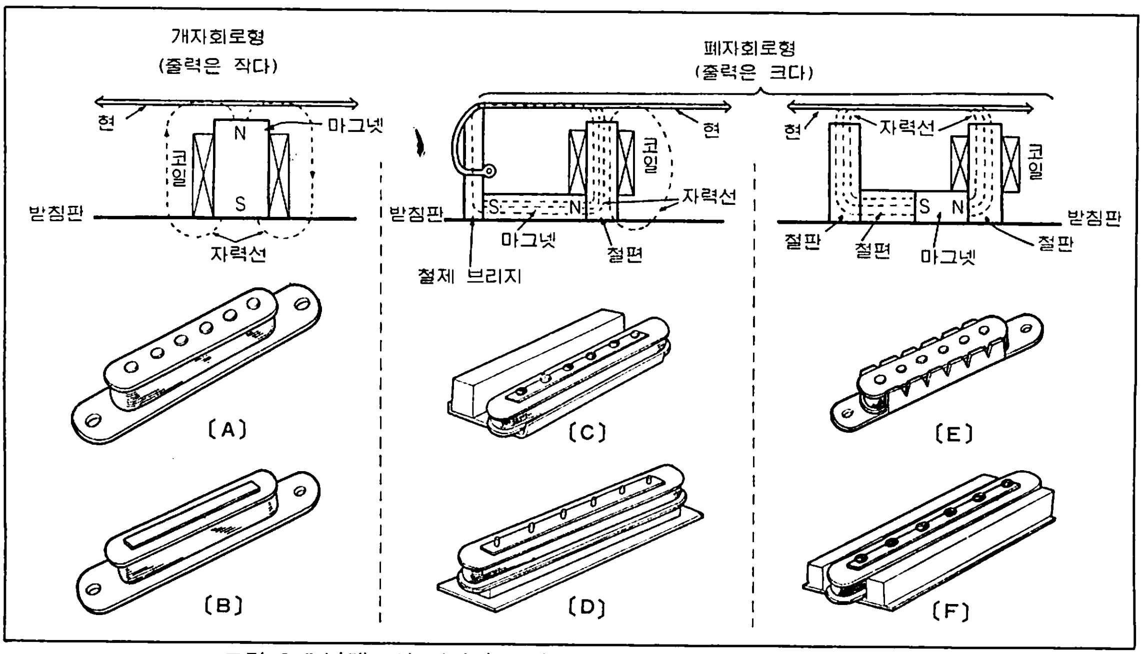


그림 2-5 낱개로서 시판되고 있는 스티일 기타아용의 전자 PU

2등분한다. 이 철판은 두께가 적어도 1.5mm 정도인 것을 사용하도록 한다. 이 두께는 두꺼운 철판일수록 좋은 것이다.

또 이 2개의 철판 중 한쪽의 1개는 굵기 4mm 정도의 철제 보울트 너트를 6조 사용하여 그림 2-6과 같이 다소 고도의 전자 PU을 만들 수도 있다. 보울트 너트는 철물상에서 구할 수 있는데, 머리는 위쪽이 납작한 접시머리형을 입수하기 바란다.

이 보울트의 머리는 현에 대치하는 자극이 되는 것인데, 보울트를 회전시키면 보울트와 현의 간격을 조정할 수 있는 전자 PU을 만들 수 있다. 즉, 현마다 그 출력의 크기를 가감할 수 있는 전자 PU이 되는 것이다.

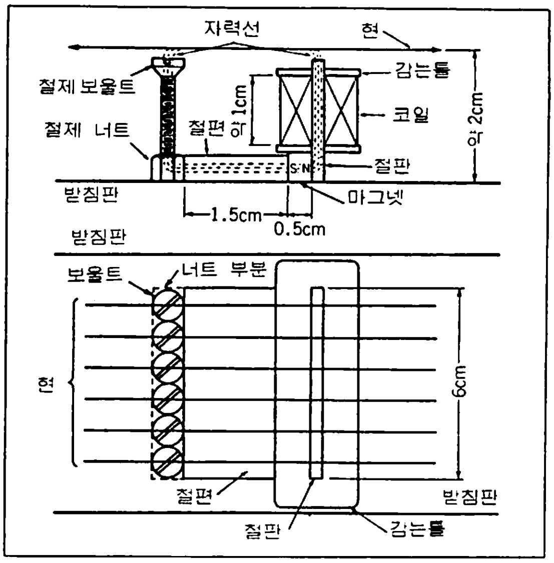


그림 2-6 출력을 조정할 수 있는 전자 PU

전자 PU의 조립은

그림 2-5와 그림 2-6에서 보는 것과 같은 차례로, 철판 부분과 마그넷, 철각재 부분, 그리고 그림 2-6에서는 너트를 각각 접착제로 붙이는 것이다. 이 접착제는 될 수 있으면 금속 등이 강하게 접착되는 에폭시계 접착제를 사용하도록 한다. 다만 이 접착제는 응고되기까지 1주야를 요하므로, 응고되기까지는 셀로판테이프를 감아 두면 움직이거나 하지 않고 생각한대로 접착이 잘 된다.

전자 PU의 철심 부분이 만들어졌으면 다음에는 코일을 감는다. 코일은 0.1mmϕ 정도의 가는 선을 될 수 있는대로 $3\sim5\times10^3$회 정도 감는다. 따라서 이만한 횟수의 코일을 감으려면 아무래도 코일용의 감는 틀이 필요하다. 감는 틀은 플라스틱판(염화비닐제의 책받침 등을 사용한다)을 가공하여 비닐용 세메다인으로 붙여 쓴다.

이 감는 틀에 가는 선(구형의 소형 파워 트랜스 B권선 등의 에나멜선을 이용하는 것도 좋다)을 감는 것은 매우 끈기를 요하는 작업이다. 작은 감개 틀에 많은 횟수의 선을 감기 때문에 가지런히 꼭꼭 빈틈없이 감지 않으면 감을 수 없게 되어 버린다. 이 경우 손으로 돌리는 핸드드릴을 수평으로 하여 그 손잡이를 바이스에 물리고, 드릴 척에 감는 틀을 고정시켜 드릴을 돌리면서 이 감는 틀에 코일선을 감아 나가면 능률적으로 감을 수 있다.

그런데, 이와 같이 하여 감은 코일은 바깥쪽에 테이프를 감고 리이드선을 10cm 정도로 내어 둔다. 또 이 코일 전체에 도료 니스를 발라 두면 권선의 방습뿐 아니라, 코일의 가는 선의 진동방지에도 도움이 되고 코일의 강도를 한층 더 높여 준다. 니스가 건조했으면 PU의 철심인 철판 부분에 이 코일을 끼워 넣으면 전자 PU은 완성된다.

그런데 만일, 감는 틀에 예정한 횟수만큼 권선이 감겨지지 않을 경우에 대해서도 생각해 두자. 이를테면 엉성하게 감았기 때문에 더 감을 자리가 없게 되었다든가, 권선이 부족하다는 등의 이유로 3000회 감을 것에 300회 밖에 감지 못했을 경우가 있다. 그럴 때 그대로의 감이수로는 전자 PU으로서 그 출력전압이 작아 풍부한 음량을 얻을 수 없다.

이런 경우, 앞에서 말한 단현용 전자 PU과 같이 앰프에 입력하기 전에 전압을 높이기 위한 트랜스를 사용하는 것도 한가지 방법이다. 그러나 그보다도 그림 2-7과 같이 간단한 1석 프리앰프를 만들고, 그것과 감은수가 적은 전자 PU을 한 세트로 하면 입력쪽과의 임피이던스로 매치하여 출력이 큰 기타아 신호를 만들 수 있다.

이 프리앰프는 소비전력도 매우 적기 때문에 AAM 전지 1개만으로 약 1000시간 정도는 쓸 수 있다. 어쨌든 전자 PU 코일을 $3\sim5\times10^3$ 회

나 감는다는 것은 아마튜어로서 여간 힘든 일이 아니다. 뿐만 아니라 전자 PU을 더블 픽업 방식 등으로 하는 경우 이 PU이 1개뿐이 아닐 경우에는 한층 더 힘이 든다. 그래서 PU의 코일은 감은 수가 적은 이 로우 임피이던스형의 전자 PU(감은수가 300회 정도)으로 하고, 그 대신 그림 2-7과 같은 1석 프리앰프를 자작하여 PU 기전력의 부족을 커버하는 것이다. 결과적으로는 이렇게 하는 것이 더 쉽지 않을까.

하와이안 기타아의 조립

하와이안 기타아에 필요한 부분품과 재료가 갖추어졌으면 기타아의 본체를 조립해 보자.

먼저, 이 하와이안 기타아의 현장(브리지에서 현받이까지의 길이)을 어느 정도로 하면 좋은지를 결정해야 한다. 이 현장에 따라 기타아 본체의 크기가 정해지는 것이다. 또 나오는 소리의 음색이나 확산도 달라진다.

메이커제의 하와이안 기타아는 그 대부분이 50~60cm의 현장으로 되어 있다. 그래서 이세부터 만들 기타아의 현장은 55cm로 정하고 공작을 시작하기로 하자.

먼저 몸체용 재료인 대판은 앞에 나온 바와 같이, 현의 장력 등으로 휘거나 하지 않도록 좀 두꺼운 판을 사용한다. 그리고 대판 위에는 그림 2-2, 그림 2-4와 같이 현을 받치고 고정시키기 위한 브리지(철제의 앵글)를 붙인다. 또 이 대판에는 현감개가 붙을 두부(머리 부분)와 지판을 붙이지 않으면 안된다.

머리 부분 만드는 법에 대해서는 자세한 설명을 제3장의 기타아항 그림 3-21로 미루고, 이

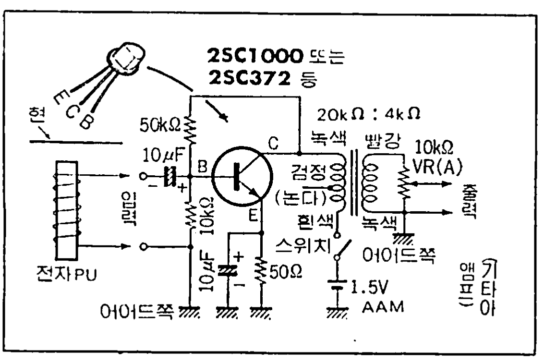


그림 2-7 전자 PU코일의 감은 수가 적을 때는

머리 부분은 지판과 일체화시킨 후에 대판 위에 고정시킨다(대판의 윗면과 지판의 밑면은 목공용 본드로 접착한다).

그리고 지판 위의 머리 부분쪽에는 현받이를 고정시키는데, 현장을 55cm로 하기 위해서는 이 현받이 부분과 브리지의 간격이 그림 2-4와 같이 똑바로 55cm가 되게 고정시키기 바란다.

다음의 작업은 전자 PU 부분의 설치이다. 필자가 만든 것은 이 PU부를 브리지에서 11cm 부분에 고정시켰다. 이 PU 부분의 고정 위치는 나오는 소리의 음색에 영향이 있다. 브리지에서 5~15cm 정도의 간격을 두고 취향에 맞는 음색이 나는 위치에 고정시키도록 한다.

PU은 브리지에 가깝게 하면 선명하고 딱딱한 소리가 된다. 브리지에서 멀게 하면 감미롭게 울리게 된다. 또 소리를 흡수하는 PU은 1개뿐 아니라 2개, 3개로 더블 픽이나 트리블 픽 방식으로 하고, 이 PU을 여러 가지로 전환시켜 보거나 조합시켜 봄으로써 풍부한 음색을 낼 수도 있다.

뒤로 되어 버렸지만, 현을 쳤을 때 각 현과 PU 자극과의 간격은 중요하다. 너무 가까우면 현의 진동이 자극에 닿아 비이트가 일어난다. 또 너무 멀면 PU의 출력전압이 저하하게 된다. 진동현이 자극과 접촉하지 않을 정도(약 1mm 정도 현의 번호에 따라서도 그 간격은 다르다. 번호는 크게 될수록 간격은 조금씩 커진다)의 간격이 되도록 PU을 대판 위에 고정시키지 않으면 안된다.

PU 부분의 고정이 끝나면 그림 2-2를 보고, 그림 2-8과 같이 음량조정용의 볼륨과 PU 코오드가 붙는 잭을 고정시키기 위한 패널 플레이트를 대판 위에 고정한다. 볼륨은 10kΩ으로서 A형인 것을 사용하고 그 배선은 그림 2-8과 같이 된다.

만일 PU부가 로우 임피이던스의 PU(코일의 감은수가 적은 픽업)이면 그림 2-7에서 보는 것과 같은 회로 부분이 필요하게 되므로, 패널 플레이트는 약간 큰 것을 사용한다. 이 경우에 트랜지스터, 저항, 트랜스(20kΩ : 4kΩ), 콘덴서 등은 러그판을 사용하여 고정하고, 전지 호울더나 전원 스위치 등은 볼륨이나 잭 등과 같이 패널판에 직접 고정시킨다.

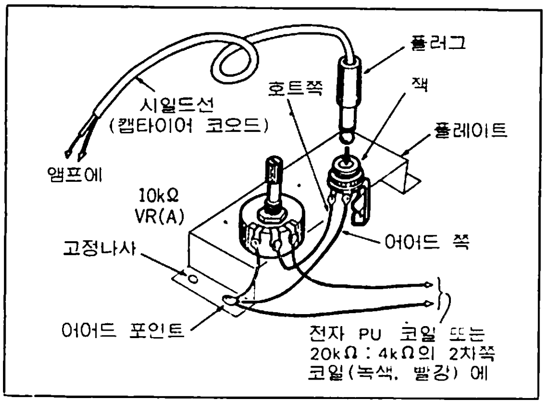


그림 2-8 볼륨과 잭부

또 이 회로 부분의 어어드 포인트는 반드시 이 패널 플레이트 부분에 내리고(접속하고)될 수 있는대로 패널 부분의 뒤쪽은 시일드판(이 금속판도 패널판과 접속시켜 둔다. 그리고 브리지 부분과 전자 PU의 철 부분 등도 같은 식으로 어어드쪽과 접속하고, 어어드쪽과는 전위를 같게 해 둔다)으로 에워싸도록 하면 동작이 안정된 하와이안 기타아가 된다.

이 기타아에는 음량 조정용의 볼륨뿐이고 음질조정용의 볼륨은 없지만, 이 조정은 앰프쪽에서 토운을 콘트롤하기로 하고 있다.

하와이안 기타아의 완성으로서는 지판 윗면에 음정의 가늠이 되는 플랫을 붙이지 않으면 안되지만, 클래식 기타아와 같이 플랫 와이어를 박아 넣는 특별한 플랫 보오드는 붙이지 않는다. 지판 위에 그림 2-9와 같은 간격으로 플랫 라인을 그려 둔다.

이 경우, 기타아 본체를 스프레이 래커 등으로 도장했으면 그 위에서 유성의 사인펜(산굴씨용)으로 플랫 라인과 플랫 마아크를 그려 두면 좋다. 그림 2-9에 있는 플랫 라인의 간격은 현장을 55cm로 했을 때의 수치이다[이 수치의 산출법이나 지판을 2옥타아브용으로 할 경우의 계산 방법은 제3장 2항 단현 베이스 (표 3-2)를 참고하기 바란다].

이것으로 6개의 각 현을 각각 브리지에서 현받이 위를 통하여 현감개에 감으면 하와이안 기타아는 일단 완성된다. [현의 조정방법은 이 다음의 제2장 3항 엘렉기타아(그림 2-18)로 미룬다].

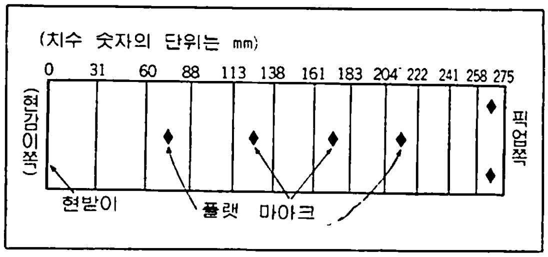


그림 2-9 현장 55cm인 경우의 플렛의 위치

앰프와 스피이커는

이 하와이안 기타아에 접속하는 앰프와 스피이커는 어떤 것이라도 좋다. 그러나 될 수 있으면 제6장에서 만드는 것과 같은 앰프나 스피이커에 접속하여 이 하와이안 기타아 본래의 특색을 살리는 소리를 내기 바란다.

더블 PU과 트리블 PU

완성된 하와이안 기타아를 즐기고 있으면 연주 방법도 차차 익숙해지고, 연주하는 멜로디도 꽤 들을만하게 된다. 그리하여 실력이 거기까지 왔으면 지금까지 느끼지 못한 음색에 대해서도 귀가 트이게 되어 한층 더 「깊이」와 「두께」있는 소리를 추구하게 된다.

엘렉기타아 등에서는 고급 기종이 될수록 그 스티일 현의 음을 흡수하는 전자 PU의 수가 많다. 이 장의 처음에 있는 사진 2-1의 엘렉기타아에도 전자 PU이 3개 나란히 붙어 있다. 왜 전자 PU의 수를 늘리면 소리가 좋아지는 것일까.

제1장의 9항(그림 1-15, 그림 1-16)에서는 콘덴서 PU으로 소리를 흡수할 경우, 수음 위치가 다른 복수의 PU으로 소리를 흡수하고, 그 출력신호들을 조합시키면 음색을 여러 가지로 바꿀 수 있다는 것을 공부했다.

하와이안 기타아나 솔리드 기타아 등의 전자 PU이라도 복수의 PU으로 소리를 흡수하고, 그 출력의 강도나 위상을 잘 조합시키면 기본 진동에 실리는 배진동의 포함 상태를 바꿀 수 있기 때문에 깊이 있고 중후한 감을 주는 음색을 만들 수 있다.

또 한마디로 복수의 전자 PU이라 하지만, 각 PU에는 코일을 나누어 감은 것이라든가, 마그

넷의 극성에 변화를 준 것 등도 있기 때문에 그러한 것을 조합시킨 PU계에는 여러 가지 방식을 생각할 수 있다.

그래서 전자 PU이 하나뿐이었던 모노 PU 형의 하와이안 기타아를 더블 PU형으로 개조하여 보자. 이 더블 PU형의 수법을 알면, 그 다음에는 3개, 4개, 같은 테크닉으로 PU을 늘려 갈 수도 있을 것이다.

개조하는 방법은

처음에 붙인 전자 PU을 대판의 보디에서 떼어 낸다. 그리고 그와 같은 형의 PU을 하나 더 만든다. 여기서 같은 형이라 하는 것은 코일의 감은수나 코어의 크기, 마그넷의 극방향 등이 같은 것이라는 뜻인데, 어쨌든 같은 전자 PU (정확하게는 동등한 전자 PU)을 2개 준비한다.

다음에 이 2개의 전자 PU을 보디 대판에 고정시킨다. PU 1개일 때는 브리지에서 약 10cm의 위치에 고정시켰지만, PU 2개일 때는 각각을 브리지에서 5cm와 15cm의 2군데로 분리시켜 따로따로 붙인다. 그리하여 이 5cm의 위치에 붙인 PU을 트레블 PU이라 하고, 15cm 위치에 붙인 PU을 베이스 PU이라고 이름붙여 두자.

이들 PU의 출력은 그 이름과 같이, 브리지에 가까운 트레블 PU일수록 고차의 배음을 풍부하게 포함하고 있는 것이다. 따라서 배음의 포함 상태가 다른 2개의 PU출력을 적절히 조합시킴으로써 음색을 여러 가지로 바꾸려는 것이다.

그런데 이러한 2개의 PU출력을 가할 경우에 믹서 단자에 각 출력을 주고, 그 합성신호를 꺼내어도 되지만, 보통은 더 간단히 각 PU단자끼리를 그림 2-10과 같이 접속하여 그 출력신호를 합성하고 있다.

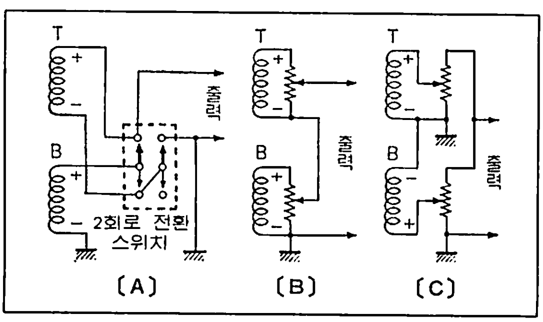


그림 2-10 전자 PU 코일의 접속법 3가지

그림 〔A〕는 PU의 양 코일을 스위치(2회로 각 2접점)로 전환하고, 그 출력을 직렬 접속으로 한다든가 병렬접속으로 바꾼다든가 하여 그 출력을 빼내려고 하는 방식이다. 그림에서 코일 T는 트레블 PU, 코일B는 베이스 PU의 코일을 나타내고 있다. 각 단자 +, —는 +를 감기 시작하는 쪽으로 하면 —는 감기 끝나는 쪽이 된다.

또 각 PU의 마그넷은 그 자극 방향을 동일한 방향으로 맞추어 설치했다(PU이 3개 이상일 경우, 감는 방향이나 극 방향을 맞추지 않는 방식도 생각할 수 있다). 다음에 동 그림〔B〕, 〔C〕는 〔A〕와 같이 양 코일의 출력을 스위치로 전환하여 조합시키는 것이 아니라, 가변 저항기(코일이 하이 임피이던스일 때는 250kΩ A, 로우일 때는 10~20kΩ A)로 각 출력을 증감한 것을 서로 가하여 그 합성신호를 만들어 내기 위한 방식이다. 이 경우, 보통은 그림 〔B〕의 직렬 방식이 사용된다. 그림〔C〕의 병렬방식에서는 노이즈 등을 좀 흡수하기 쉬운 난점이 있기 때문이다.

그리고 어떤 방식이건(PU이 1개일 경우라도) 전자 PU의 코일은 그 외측부를 금속판으로 시일드하고, 그 시일드부는 철심부나 브리지부 등과 함께 모두 앰프의 어어드쪽과 접속되어 있어야 한다. 안정되고 노이즈가 없는 엘렉기타아 악기는 악기의 금속 부분이 모두 앰프쪽의 어어드 포인트와 동전위로 되어 있지 않으면 안된다.

3. 연습용 엘렉기타아

초보자가 엘렉기타아를 연습할 때 너무 큰 소리는 좋지 않은 것 같다. 이런 경우, 앰프의 볼륨은 상당히 낮추지 않으면 안되지만, 그럴 때 대출력용의 기타아 앰프나 스피이커는 다소 무



사진 2-4 개조한 엘렉기타아

용의 장물 같은 감이 없지도 않다.

엘렉기타아의 운지법(손가락 놀리는 방법) 등을 레슨할 때 소음량을 연주할 수 있는 연습용의 엘렉기타아가 없을까 하고 생각할 때 때마침 아는 사람으로부터 버리게 된 헌 엘렉기타아를 입수할 수 있었다. 그것이 계기가 되어 이 엘렉기타아의 개조공작이 시작된 것이다.

사진 2-4가 그 개조한 엘렉기타아의 개관인데, 보는 바와 같이 스피이커나 앰프 부분이 엘렉기타아의 통 속에 내장되어 있는 것이다. 이와 같은 엘렉기타아 같으면 기타아 내에 세트된 스피이커로 작은 엘렉기타아 소리를 능률적으로 낼 수 있다.

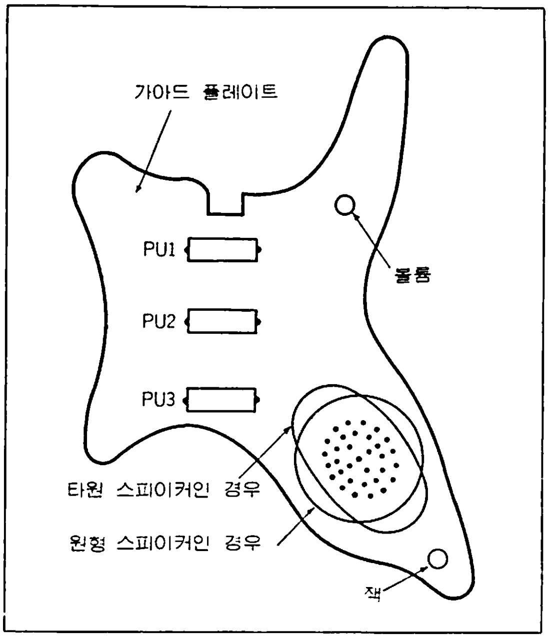


그림 2-11 가아드 플레이트는

개조의 포인트

입수한 중고 엘렉기타아는 LG-50A라는 솔리드 기타아로서 살펴 보니 PU 코일이 단선되어 있었다. 단선된 곳도 꺼내는 입구 부근이 아니라 코일 내의 깊은 곳 같다는 것을 알았기 때문에 코일 부분은 니퍼로 대담하게 잘라서 제거해 버렸다. 그리하여 코일은 새로 감기로 했는데, 머리털 같이 가는 선을 수천번이나 감기는 쉬운 일이 아니었다.

그래서 앞 항의 하와이안 기타아에 있었던 것과 같은 감은수 300회 정도의 로우 임피이던스형의 전자 PU으로 바꾸었다. 그 때문에 PU 자체의 출력전압은 상당히 낮아지기 때문에 트랜지스터(2SC1000) 1석으로 프리앰프를 만들어 이득을 얻은 다음, 소출력용의 파워 IC(LM380N)로 스피이커를 구동하도록 했다.

개조하는 엘렉기타아로서 PU코일이 단선되어 있지 않을 때는 물론, 이 코일(하이 임피이던스형)을 그대로 사용하면 되는 것이다. 이 경우, 트랜지스터의 프리앰프부는 필요가 없고 코일의

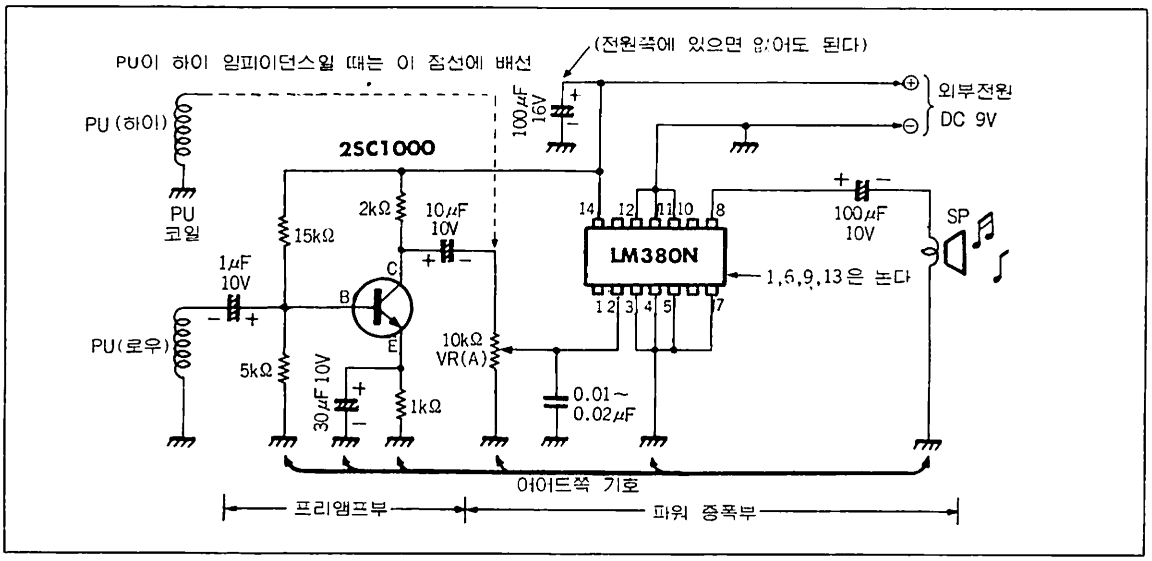


그림 2-12 개조 엘렉기타아 내장 앰프 회로도

출력을 직접 파워 IC의 입력쪽에 가해 주면 되는 것이다.

또 PU이 2개 이상 붙어 있는 엘렉기타아의 경우, PU을 하나만 사용하고 뒤의 PU은 다른 것으로 전용해도 좋을 것이다. 그러나 2개 이상의 PU을 전부 사용한다면 스피이커의 위치를 그림 2-12와 같이 변경하기 바란다.

회로 부분

그림 2-12가 개조하는 엘렉기타아의 회로도이다. 그림을 좌우 두 부분으로 나누어 보면, 왼쪽이 프리앰프부이고 오른쪽이 파워 증폭부로 되어 있다. 프리앰프부에는 저잡음용 실리콘 트랜지스터 2SC1000을 사용했지만, 보통의 2SC372 등도 상관 없다.

PU 코일이 로우 임피이던스(출력 레벨이 약 10mV 이하)일 경우, 그 낮은 출력신호를 베이스쪽의 콘덴서(1μF)에 가하고 증폭한 출력신호는 컬렉터쪽에 접속한 콘덴서(1~10μF)에서 빼내고 있다.

이 출력신호는 가변저항기(10kΩ A형)를 경유하여 파워 IC의 입력쪽(2번핀)을 준다. 또 PU 코일이 하이 임피이던스(출력레벨이 약 100mV 전후)일 경우, 그 출력은 프리앰프부를 통하지 않고 직접 이 부분에 접속해도 이득의 부족함은 없다.

파워 증폭의 IC를 보면, 이 파워는 엘렉 기타아 내의 소스피이커를 소음량으로 울리는 파워이기만 하면 된다. 따라서 소출력용의 파워 IC LM380N을 사용해 보기로 했다.

이 IC는 그림 2-13에서 보는 것과 같은 좌우 7개씩 합계 14개의 핀이 나와 있는 지네 모양의 IC이다. 규격표에 의하면 입력저항은 150kΩ

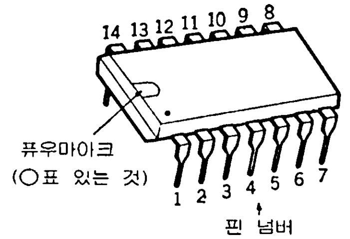


그림 2-13 LM380N의 외관

으로서, 파워 IC로서는 비교적 하이 입력용이 되어 있다. 입력 레벨은 ±0.5Vmax, 이득은 약 50배로서 부하에 8Ω짜리 스피이커를 접속하여, 9V의 DC전압을 걸면 약 1W의 파워를 빼 낼 수 있다.

IC 자체의 형태도 18×6×3mm의 소형이다. 사용할 때는 14개의 다리 핀 번호를 틀리지 않도록 주의하면서 배선한다.

조 립

개조에 있어서 우선 6개의 현을 늦춘 다음에 보디에서 픽 가아드 플레이트(PU 등을 커버하는 플라스틱판)를 뗀다. 가아드판은 보디에 10개 정도의 나사못으로 고정시켜 놓았기 때문에 쉽게 떼어낼 수 있다.

이 가아드판을 열면 보디 목판에는 PU이나 볼륨, 잭류가 들어 있는 오목부가 드러난다. 그래서 이 오목부에서 가장 스페이스가 넓은 부분에 스피이커를 달 수 있도록 연구해 보자.

이 스피이커는 원형이나 장원형의 소형 스피이커로서 높이가 낮은 것을 택한다. 스피이커의 마그넷 부분은 두께가 얇은 페라이트 마그넷형이 좋다. 어쨌든 보디의 오목부의 깊이(약 3cm)보다 작은 스피이커로서 입력이 1W용 정도인 것을 구하기 바란다.

스피이커의 위치가 정해졌으면 다시 가아드 플레이트를 놓아 본다. 스피이커는 PU이나 볼륨, 보디 오목부의 밑면 등에 부딪히지 않도록 고정시킬 수 있는지 확인한 다음, 가아드 플레이트에 4개의 비스로 고정시킨다.

또 스피이커의 앞면이 되는 부분에는 소리가 방사될 수 있도록, 3mmϕ의 구멍을 같은 간격으로 약 30군데 정도 뚫어 두기 바란다(사진 2-4).

다음에는 증폭부를 짜 넣는다. 이 경우, 구멍 뚫린 만능기판 등은 사용하지 않고 각 부품은 그림 2-14와 같이, 가아드 플레이트의 뒷면 공간에 늘어 놓고 결선해 간다. 각 부품은 보디 오목부의 스페이스를 적당히 이용하여 배치하지 않으면 안된다.

PU의 시일드부나 볼륨의 커버, 스피이커의 금속부 등은 어어드 포인트와 동전위가 되도록 접속한다(입력쪽의 PU부와 출력쪽의 스피이커가

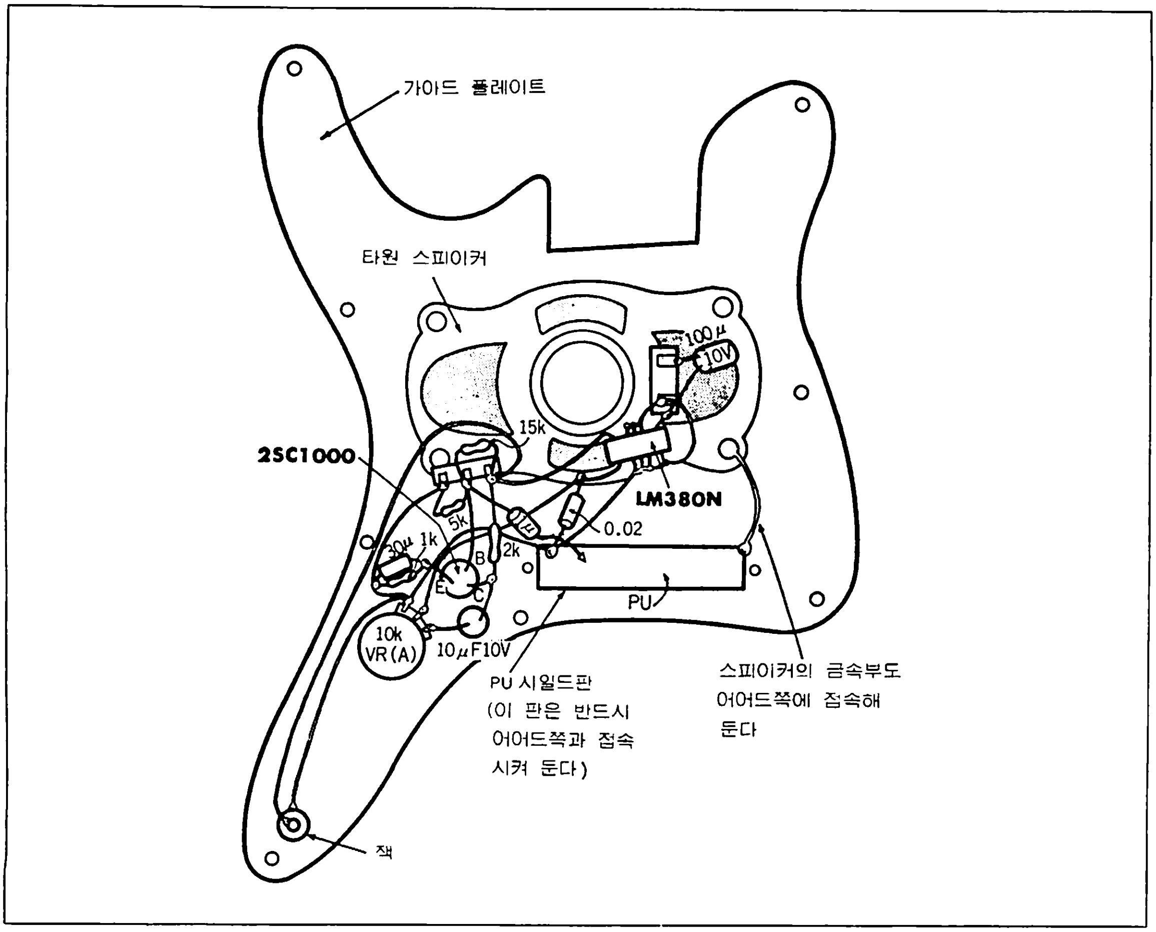


그림 2-14 가아드 플레이트에 고정시킨 각 부품

가깝기 때문에 금속부의 전위가 어어드에 대하여 떠 있으면 엘렉기타아의 동작이 불안정하게 된다).

증폭회로 능동소자의 전원은 보디 외부의 어댑터(DC 9V의 전원장치, 그림 2-15)에서 취하게 되어 있다. 이 경우, 그 접속은 사용하지 않게 된 마이크 잭 부분을 이용하고, 코오드는 마이크 코오드를 외부 전원에 접속하는 코오드로서 그대로 사용하도록 했다. 이 개조 엘렉기타아에서는 PU으로부터의 리이드선을 기타아내의 앰프 입력부에 직접 접속하기 때문에 마이크 코오드는 전원 코오드로 전용할 수 있는 것이다.

즉, 이 개조 엘렉기타아에서는 전원부만을 기타아의 외부에 설치하는 시스템으로 한 것이다. 그러나 전원부도 전지(FC-1 등)로 하여 기타아의 내부에 수납하려고 한다면 그것도 가능하다(전지의 소모가 좀 염려되지만).

또 외부전원은 AC100V에서 DC 9V를 만드는 어댑터뿐 아니라 자동차의 카아 배터리(DC 12V) 등을 그대로 쓸 수도 있다.

소리를 내어 보자

개조 엘렉기타아의 공작이 일단 완료되었으면 PU이나 앰프부를 짜 넣은 기판이라고도 할 수 있는 가아드 플레이트를 테스트해 보자. 이 가아드 플레이트(그림 2-14)는 보디판에 고정시키기 전에 테스트해 볼 필요가 있다.

먼저 전원 어댑터로부터의 플러그를 전원 잭에 접속한다. 그리고 음량조정용의 볼륨을 최대로 해 두고 PU의 끝에 현 대신 드라이버의 끝을 가볍게 닿게 해 보자. 마그넷의 힘으로 드라이버가 흡착되고 PU 자극부와 드라이버가 가볍게 부딪힌다. 이 때 스피이커에서 재깍 하고 소리가 나는가.

드라이버가 스티일현 대신으로 PU부의 자계를 변화시키고 있는 것인데, 그 변화로 PU코일에 기전력이 생기고 그 신호가 증폭되어 스피이커에서는 소리가 나지 않으면 안되는 것이다.

드라이버가 PU 자극에 닿을 때마다 스피이커에서 소리가 울리면 앰프부는 대체로 정상 동작을 하고 있다고 생각해도 된다. 볼륨을 조정하여 소리의 크기에 변화가 있는가도 조사해 둔다.

만일 소리가 나지 않을 경우에는 **그림 2-16**과 같이 전원장치에서 DC 9V의 전압이 나오고 있는지, 그리고 그 전압이 IC나 트랜지스터의 각 부분에 정상적으로 가고 있는지를 조사해 본다. 불량개소의 발견은 트랜지스터 부분과 IC 부분, 전원 부분의 3가지로 나누어 진단하는 것이 좋을 것이다.

또 스피이커에서 이상발진의 소리 등이 났을 때는 어어드쪽으로 통하는 선이 떨어져 있지 않은지, 혹은 빠뜨리지 않았는지를 잘 알아 본다.

앰프부나 전원부의 테스트에서 이상이 없으면 가아드 플레이트를 보디판에 붙인다. 플레이트를 떼었을 때 나사못(약 10개)으로 보디판에 확고히 고정시킨다. 또 6개의 현은 개조 전과 같이 세트하고 현감개로 적당한 장력을 갖도록 친다. 이 6개의 현을 쳤으면 각 현과 PU 자극의 간격도 조사해 볼 필요가 있다. 이 간격이 적당하지 않으면 각 현의 소리의 크기가 고르지 않게 된다.

그러면 쳐 놓은 6개의 스티일현을 튀겨 한번 더 소리를 내어 보자. 이번에는 드라이버로 소리를 내었을 때보다도 깨끗한 현의 감쇠음이 나지 않으면 안된다. 스피이커에서는 6현이 모두 아름다운 소리가 나는지, 볼륨의 돌리는 상태로 테스트해 보기 바란다.

볼륨을 최대로 하여 음량을 너무 높이면 하울링이 일어날지도 모른다. 이 개조 엘렉기타아는 발음체의 스피이커와 현이 가깝기 때문에 하울링이 일어날 때는 볼륨을 조금 낮추어 사용하도록 한다. 이 경우에도 소리는 상당히 큰 소리로 되어 있을 것이다.

실내에서 엘렉기타아의 레슨을 하기에는 충분한 정도의 음량이다. 만일 이 엘렉기타아를 호올 등에서 사용할 때는 IC의 입력쪽(380N의 2번핀)에서 다른 마이크 코오드를 꺼내고, 이 신호를 외부의 대출력용 앰프에 접속함으로써, 외부 스피이커에서 대음량을 낼 수 있다.

이 개조 엘렉기타아의 결점은 대음량을 낼 수 없는 것 외에 저음을 충분히 울리기가 곤란한 것이다. 엘렉기타아 속에 내장한 작은 스피이커에서 소리를 내는 것이므로 무리도 아니다. 그래서 이 작은 스피이커에는 저음의 입력신호를 무리하게 가하지 않도록 토운의 조정을 해 보자.

그러기 위해서는 ⑥현과 ⑤현 등을 PU 자극에서 조금 떼고, 그 간격을 약간 크게 하여 저음신호를 좀 억제하듯이 하는 것이 좋을 것이다. 이 경우는 PU 자체, ⑥현쪽을 약간 낮추도록 해도 되지만, 그보다도 현의 지점인 브리지의 조정 나사로 ⑥현쪽을 약간 올리듯이 하면 ⑥현쪽의 자극 간격이 벌어지고 저음쪽의 신호 레벨이 적게 된다.

그러나 **그림 2-17**과 같이 엘렉기타아의 현의 높이(현과 플랫과의 간격)는 12플랫의 위치에서 2mm 이하가 표준치로 되어 있기 때문에 이 점도 배려하면서 브리지의 높이를 조정한다.

또 앰프 회로로 저음출력을 콘트롤하려면 트랜지스터와 10kΩ VR 사이에 붙여 놓은 커플링

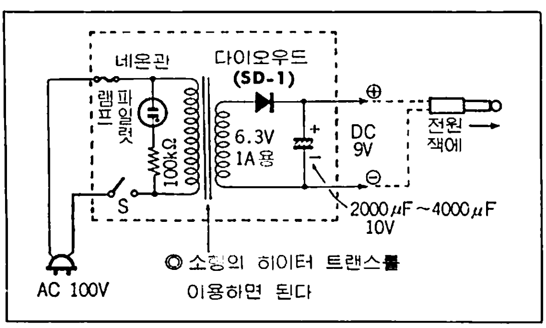


그림 2-15 외부전원용 어댑터 회로도

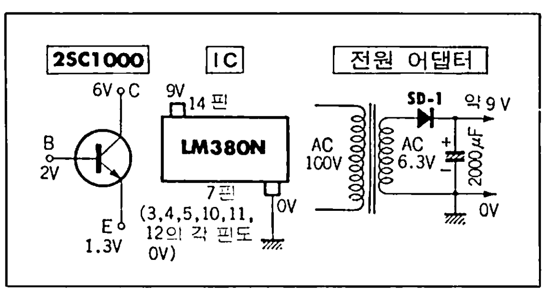


그림 2-16 전압 테스트의 결과

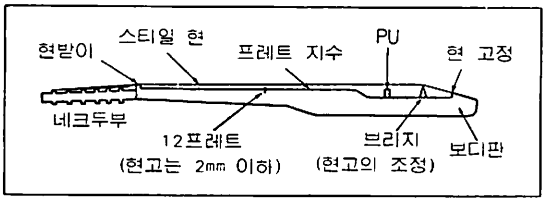


그림 2-17 엘렉기타아의 옆면도

콘덴서(10μF)나 IC의 출력쪽(8번핀)과 스피이커를 접속하는 콘덴서(100μF)의 용량을 각각 반 이하로 감소시키면 그 효과가 나타난다.

또 고음이 너무 많이 나면 그 출력은 IC의 입력쪽(2번핀)과 어어드 사이에 있는 콘덴서(0.01~0.02μF)의 용량을 증가시킴으로써 억제할 수 있다. 어쨌든 토운의 조정은 사용하는 스피이커의 f특성이나 연주자의 취향 등으로 여러 가지로 달라진다. 소리를 내면서 마음에 드는 소리를 낼 수 있도록 연구하면서 조정해 보도록 한다.

마지막에는 현의 조정이다. 기타아용 조율 피리가 있으면 그것을 불면서 그림 2-18를 참조하여 각 개방현의 높이를 각 피리의 높이와 맞춘다. 피리와 엘렉기타아는 음색이 다르기 때문에 정신을 집중시켜 그 높이를 비교해서 들을 필요가 있다. 조율 피리가 없을 때는 피아노나 오르간으로도 맞출 수 있다.

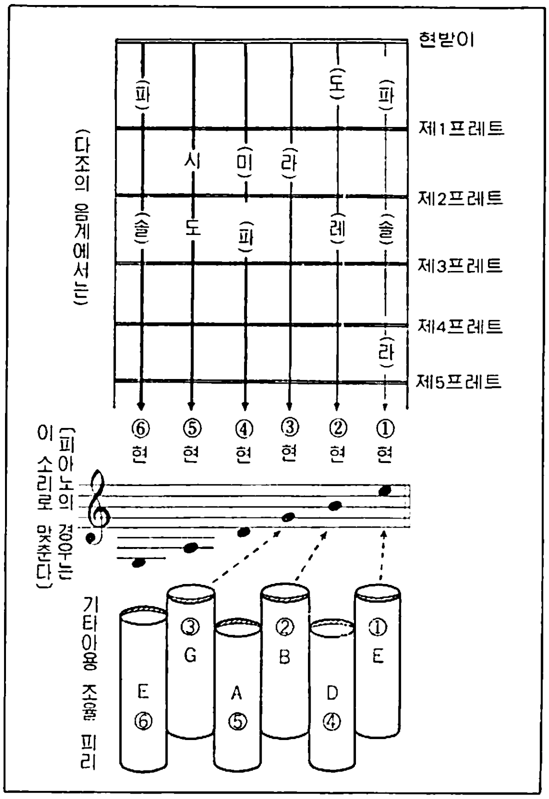


그림 2-18 음계와 조현

조율이 끝나면 이 개조 엘렉기타아는 완성된 것이다. 능숙해질 때까지 엘렉기타아의 연주는 이 음량이면 충분하지 않을까.

전자 PU의 응용례

제2장에서는 전자 PU을 사용하여 초보자용의 하와이안 기타아를 만들고 엘렉기타아를 개조했다. 이 「전자 PU의 사용법」을 마스터했으면 같은 수법으로 전기 바이올린이나 전기 베이스, 전기 클라비코오드, 전기 차임, 전기 오르골… 등도 연구할 수 있는 것이다. 그래서 이러한 악기 등을 만들 경우의 힌트를 소개한다.

전기 바이올린 바이올린의 소리는 독특한 아름다움을 가지고 있지만, 그 음량이 다소 에너지적으로 작기 때문에 다른 전자악기 등과 그대로 합주하기에는 좀 적당치 못하다.

그래서 바이올린의 소리 에너지를 전기적으로 픽업하는 것인데, 현(스티일 와이어)의 진동으로부터 수음한다면 전자 PU을 사용하는 것이 유리하다.

전기 바이올린 제작은 가지고 있던 바이올린을 엘렉화 하는 경우, 전자 PU은 지판(핑거 보오드)의 끝과 기러기발(브리지)과의 중간 부근에 설치하는 것이 좋을 것이다. 바이올린은 4현이기 때문에 바이올린용의 전자 PU은 자극도 4포울이면 되고, PU의 폭도 엘렉기타아의 것보다 약 1cm 정도 좁아도 된다.

그러나 바이올린의 현은 중앙의 2현이 양 끝의 현보다 높게 되어 있기 때문에 자극의 끝은 거기에 맞추어 조정하기 바란다. PU의 형은 그림 2-6과 같이 자극의 높이가 가변식인 것이 좋고, 각 현고는 2mm 전후가 좋을 것이다.

가지고 있던 바이올린이 없이 전기 바이올린을 새로 만드는 경우에는 공명통은 필요가 없으

므로, 독창적인 형태의 바이올린을 창조할 수 있는 것이다. 전기 바이올린의 현은 4현을 모두 스티일 와이어를 사용하되 어 현도 현을 고정시킨 부분에서 리이드선과 연결시켜 전자 PU의 어어드쪽에 접속하도록 한다.

전기 베이스 바이올린과 같이 활로 키는 악기는 기타아 등과 다른 맛을 가진 소리로 들린다. 그래서 제 3 장 3 항의 단현 베이스에는 별도로 활로 키는 전기 베이스도 생각할 수 있다.

그러나 현의 진동을 직접 전자 PU으로 흡수하는 것이므로, 현은 좀 굵은 스티일현이 아니어서는 안된다(심이 스티일 와이어라면 와이어의 바깥 주위에 다른 물질이 붙어 있어도 된다).

현의 길이에 따라 결정되는 지판의 눈금(플랫)은 표 3-2에 따라 그 위치를 구하면 된다. 전기 바이올린의 경우와 같이 울림상자는 필요없게 되므로 세로가 긴 막대 모양의 베이스 악기도 만들 수 있을 것 같다. 또 이 전기 베이스에 사용하는 전자 PU은 현이 단현이기 때문에 자극도 모노포울(단극)형의 간단한 것이면 된다.

전기 클라비코오드 고전적인 악기로서 피아노의 전신인 클라비코오드라는 건반악기가 있다. 키이에 직결되어 있는 탄젠트라고 불리는 금속조각으로 스티일의 현을 가볍게 쳐올려 소리를 내는 악기인데, 키이 터치의 강약으로 소리가 미묘한 변화를 한다.

쳄발로 (하아프시 코오드) 등과 비슷하지만, 두가지가 모두 소음량의 악기이므로 전자 PU을 사용하여 엘렉화하면 재미있는 악기가 될 것 같다. 키이는 자작하는 것보다 중고품 오르간 등의 키이 보오드를 이용하고, 거기에 직각의 쇠붙이(탄젠트)를 붙인다. (타현기구는 1현마다 각 키이가 독립되어 있다).

이 악기의 난점으로서 음역을 넓게 하기 위해서는 아무래도 현의 수를 많게 하지 않으면 안된다. 그 때문에 전자 PU의 자극과 현감개부의 수도 많아진다. 따라서 음역이 넓은 전기 클라비코오드를 만들려면 상당한 수고와 끈기가 필요하다. 그러나 클라비코오드의 소리에 매력을 느끼고 있는 사람은 2~4옥타아브짜리에 도전해 보는 것이 어떨까.

전기 차임과 전기 오르골 학교 등에서 수업의 시작과 마침을 알리는 신호는 이 전기 차임을 사용하고 있다. 음원의 토운 신호는 도미솔도의 음계를 가진 4개의 스티일봉의 진동을 전자 PU으로 흡수하고 있는 것이다.

현재 시판되고 있는 전기 피아노(엘레피안등)에는 전기 차임과 같은 방식으로 된 것이 있다. 현 대신 스티일의 막대를 두드려 음계가 붙은 토운 신호를 발진한다.

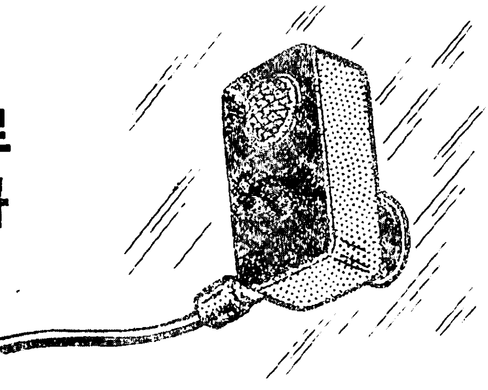
전기 차임이나 전기 피아노와 같은 수음 방법으로서 오르골도 전기 오르골화할 수 있을 것 같다. 아는 바와 같이 오르골은 철판(스티일)부분에 음계에 대응시킨 금을 새기고, 그 부분(스티일 리이드)을 멜로디에 따라 튀겨 나가는 것이다.

따라서 이 철판의 폭과 같은 철심을 리이드 부분과 대치시키고 이 철심 부분을 자극(단극형)으로 하는 전자 PU을 공작하면 오르골의 토운 신호는 전기적으로 수음할 수 있는 것이다. 오르골도 엘렉화하여 그 울리는 소리를 스피이커에서 내어 보면 작은 통에서 나는 귀여운 소리와는 좀 다른 힘찬 금속음이 날 것이다.

3 콘택트 마이크로 소리를 포착하자

1. 콘택트 마이크란
2. 콘택트 마이크의 형은
3. 단현 베이스
4. 전기 단현 베이스
5. 클래식 기타아
6. 마라카스
7. 징글

3 콘택트 마이크로 소리를 포착하자



앞장에서는 발음원인 현의 진동을 직접 전기신호로 변환하는 픽업을 사용한 전기악기에 도전했다. 이러한 악기의 특징은 어느 악기나 모두 「공명체」를 가지고 있지 않다.

그러나 일반적인 자연악기(어코오스틱한 악기, 말하자면 비전기악기, 즉 생악기)는 반드시 어떤 공명체를 가지고 있는 것이다. 그리고 이러한 악기의 음색은 발음원인 현 등의 소재보다도 오히려 이 공명체의 재질이라든가, 형상 등에 따라 좌우되고 있다. 표현을 바꾼다면 이들 악기의 실질적인 발음체는 이 공명체(향명체)라 해도 된다.

따라서 전기악기의 분야에서는 발음원인 현 등에서 소리의 전기신호를 꺼내는 전기악기뿐만 아니라, 생악기의 공명체에서도 소리의 신호를 꺼내고 공명체의 특성을 살리는 음색을 전기악기가 있어도 좋은 것이다.

그래서 악기의 공명체(향명판 등)의 진동을 어떻게 하면 소리의 전기신호로 바꿀 수 있는가, 그 기술적인 문제점을 생각해 보자.

1. 콘택트 마이크란

생악기의 공명체(이를테면 기타아의 향명통의 향판) 등의 진동은 그 진동 자태를 조사해 보면 참으로 복잡한 진동을 하고 있다. 그 상태는 간단한 수식 등으로는 도무지 나타낼 수 없는 것이다.

그러나 그 진동상태를 시각적으로 보기는 비교적 간단하다. 거기에는 향판 위에 분말 (초우크가루 등)을 뿌린 다음 판을 진동시키면, 향판의 부분 부분에서 진동 상황이 달라진다. 그 때문에 그 차이가 분말의 복잡한 무늬(클래드니씨의 도형)로 되어 판 위에 나타난다(그림 3-1). 〔기유의 진동수로 명멸하는 스트로보 스코우프의 빛으로 향판을 비추고 향판의 진동상황을 관

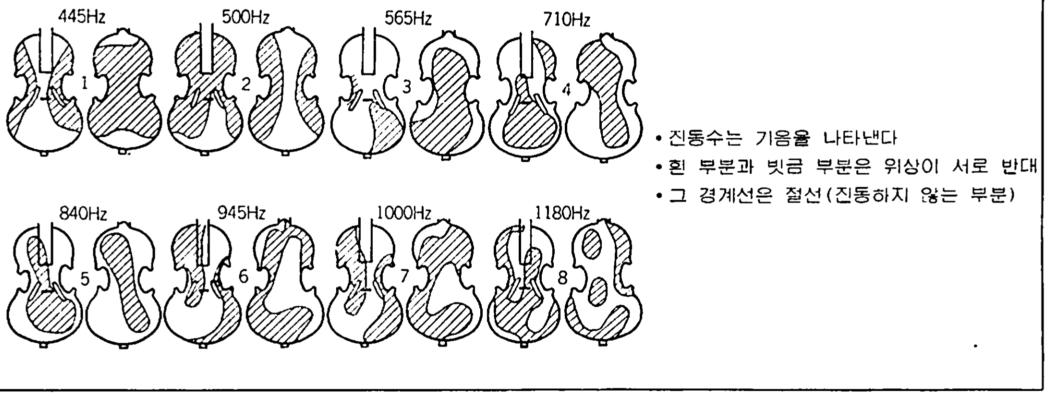


그림 3-1 바이올린 향판의 진동상태

찰하는 방법도 있다).

이와 같은 향판의 복잡한 진동을 어떻게 하면 전기신호로서 빼낼 수 있을까.

거기에는 지금부터 서술하는 콘택트 마이크를 사용하는 것이 효과적이고 편리하다. 영어의 콘택트라는 단어는 접촉한다는 뜻이지만, 이 마이크는 글자 그대로 진동하는 향판에 콘택트(접촉)하여 그 진동을 전기신호로 바꾸는 마이크다(광의의 기타아 마이크의 일종이다).

보통의 마이크, 즉 보우컬 마이크는 진동체의 진동이 일단 주위의 공기에 음파의 형식으로 방사되고, 그 음파를 흡수함으로써 전기신호를 얻고 있지만, 이 콘택트 마이크는 향판의 진동을 직접 똑바로 포착하여 전기신호로 변환하는 마이크이다.

이 마이크에는 향판의 진동 에너지가 직접 전달되기 때문에 그 출력이 크게 생긴다.

2. 콘택트 마이크의 형은

크리스털형에 대해서는 제 1 장의 9 항에 그 개념적인 것을 서술했지만, 여기서는 좀 더 넓은 각도에서 콘택트 마이크(사진 3-1)를 구체적으로 설명한다.

콘택트 마이크로서 실용적인 것은 형별로 나누면 2 종류가 된다. 그것은 마치 레코오드 플레이어의 픽업이 그 발전 방식상 크리스털형과 마그네틱형의 2 종류로 분류되는 것과 비슷하다.

플레이어의 픽업에서는 잘 아는 바와 같이 레코오드면에 기록되어 있는 홈의 진동파형을 레코오드 바늘로 트레이스하는데, 그 바늘의 진동은 픽업의 기전 부분에 직접 전해져 전기신호로 변환되는 것이다. 콘택트 마이크도 향판의 진동을 직접 픽업하여 전기신호로 변환하는 패턴은 똑 같다.

그림 3-2는 마그네틱형의 콘택트 마이크가 작동하는 원리를 나타낸 그림이다. 작은 마그넷에서 나온 요우크의 틈에 가동철편이 들어 있다. 향판의 진동이 이 철편에 전달되면 자기회로의 자기저항이 변화하기 때문에 코일에는 진동에 대응한 기전력이 발생한다.

그런데 콘택트 마이크로서 마그넷형과 크리스털형(세라믹형도 있다) 두 가지를 비교해 보면 각각 표 3-1과 같이 일장일단이 있고, 어느 쪽도 버릴 수 없는 특징을 가지고 있다.

실제로 콘택트 마이크로 소리를 내는 악기를 몇가지 만들어 보기로 하자.

3. 단현 베이스

현을 사용한 악기의 기원은 인류가 활을 발명하여 수렵생활을 하던 무렵(신석기시대?)이라는 설이 있다.

아마 처음에는 귀 가까이에서 활을 튀겨 보고 그 싱그러운 소리에 감동했을 것이다. 그 후 이 소리를 더 크게 하기 위해서 현과 활과의 사이에 기러기발이나 향명통을 세트하는 연구가 거듭되어 왔을 것이다. 그리하여 고대의 이집트나 희랍에서는 벌써 이미 리라나 키타라, 그리고 하아프 등의 현악기까지 완성시켰다(사진 1-1).

이들 현악기의 아름다운 소리는 그 향판에서 울려 나오는 것이다. 그래서 이 장에서는 향판의 진동을 콘택트 마이크로 수음해 보려는 것으로서, 그 시초는 손쉽게 만들 수 있는 단현 베

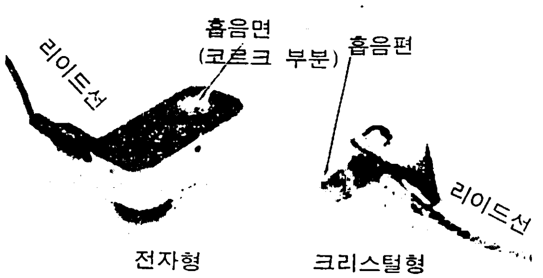


사진 3-1 시판품 콘택트 마이크

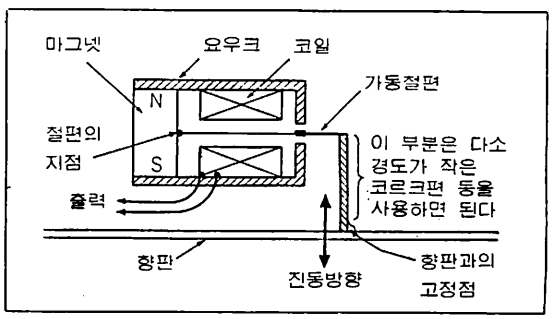


그림 3-2 마그네틱형의 동작 원리도

표 3-1 2종류의 콘택트 마이크의 비교

	발 전 소 자	출력임피이던스	출력전압	무 게	구 조 수 명	용 도	가 격
크리스털과 세라믹형	로셀염 세라믹 (Ba Ti O₃ 등)	높 다	크 다	가볍다	좀 약하다	우크레레 기타아 등	싸 다
마그네틱형	마그넷 및 코일	좀 비싸다	좀 크다	좀 무겁다	세 다	기타아 첼로 등	좀 비싸다

이스(사진 3-2)에서 출발했다.

이 베이스는 콘트라바스의 현을 튀길 때와 같은 낮은 소리(베이스 음)를 발진한다. 이 소리를 증폭해 보면 스피이커에서는 좋은 느낌을 주는 저음을 낼 수 있을 것 같다. 그래서 우선 발음원인 베이스 악기 자체를 만들어 보기로 하자.

재 료 는

될 수 있는대로 주변에 흔히 있는 것을 활용하여 재료를 모았다. 그림 3-3이 지금부터 만들 단현 베이스의 전체도인데, 이것을 보면서 필요한 재료나 제작법에 대한 준비를 해 보기 바란다.

먼저 향통(공기를 진동시켜 소리를 크게 하는 울림상자)부로 쓰일 상자가 필요하다. 크기는 40×60×10cm 정도의 것으로서 그 재질은 목재건 플라스틱이건 좋다. 적당한 빈 상자가 없어 목재로 상자를 만들 때는 90×10cm의 판을 2개와, 그 밖에 향판용의 3mm 베니어판을 준비한다. 그 밖에는 현으로 사용할 질긴 포장용 끈과 1.5cm의 각재가 1m, 그리고 약간의 나무 조각과 못, 접착제와 목공용 본드 등이 필요하다.



사진 3-2 단현 베이스로 베이스음을 낸다

네크 부분

네크란 머리부분에서 꼬리부분까지를 말한다. 네크용의 나무 막대는 1.5cm의 각재를 약 1m로

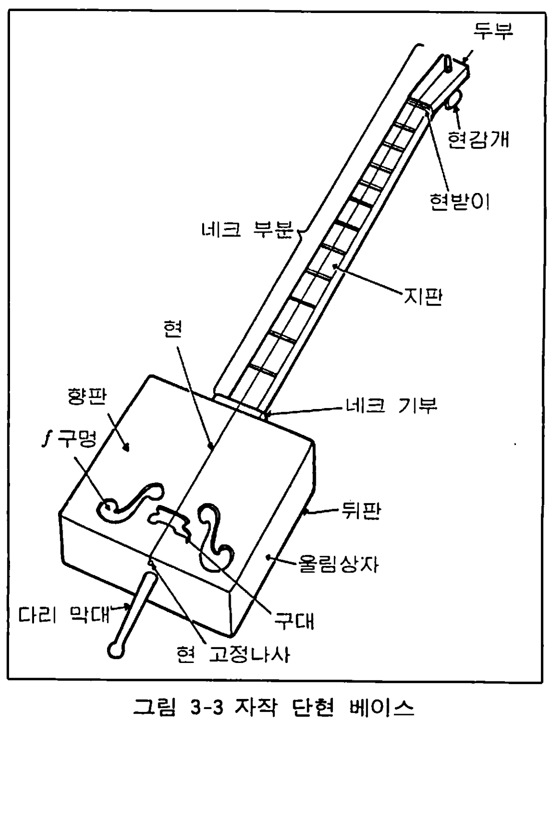


그림 3-3 자작 단현 베이스

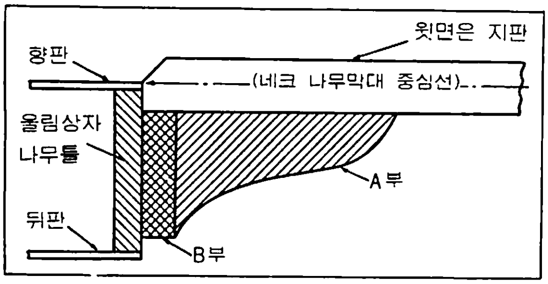


그림 3-4 네크의 기부

자르고, 그 양 끝에 머리부분과 꼬리부분을 붙이는 것이다.

네크의 꼬리부분은 나무 막대를 향통부에 튼튼하게 고정시키기 위한 부분으로 제작은 그림 3-4와 같이 한다. 공작상 가장 주의해야 할 곳은 나무 막대의 중심선이 옆에서 보아 향통부의 윗면과 일직선이 되어 있지 않으면 안된다. 그러기 위해서는 기판A가 직각 앵글과 같이 되어 있으면 된다.

B판은 18×9 cm, 두께는 1 cm의 목판을 그대로 사용한다. A판은 18×9 cm, 두께 2 cm의 판에서 베어 낸다. 이 경우, 판의 대각선은 직선적으로 베어 버리는 것이 아니라, 실톱 등을 사용하여 커어브가 아름답게 나타나도록 베어 낸다. A, B부분은 향통의 나무틀과 나무 막대에 목공용 본드와 못을 사용하여 고정시킨다.

다음은 그림 3-5에서 보는 것과 같은 머리부분의 가공이다. 이 부분은 4×10×2 cm의 나무조각에서 베어 낸다. 그러기 위해서는 전체의 형상 및 네크 나무 막대가 맞붙리는 홈 부분은 톱으로 자른다. 다만 D의 선은 톱을 사용할 수 없기 때문에 드릴을 비스듬히 뉘어 구멍을 몇개 뚫고, 그런 다음에는 실톱 등으로 필요 없는 부분을 베어 버린다.

머리부분의 위쪽(위 끝에서 4 cm 점이 중심)에 지름 1.2cm의 구멍을 드릴로 뚫는다. 이 구멍의 밑면을 좀 크게 한 테이퍼형으로 만든다. 그리고 이 구멍에는 끝이 조금씩 가늘어진 나무 막대(목공용 송곳의 자루 윗부분을 사용하면 된다)를 끼워 넣는다.

테이퍼형의 구멍에 송곳자루가 꼭 끼워졌으면 상하로 1.5cm의 여분을 남기고 자루를 절단하면 이것이 현감개의 축이 된다. 이 축은 돌리면서

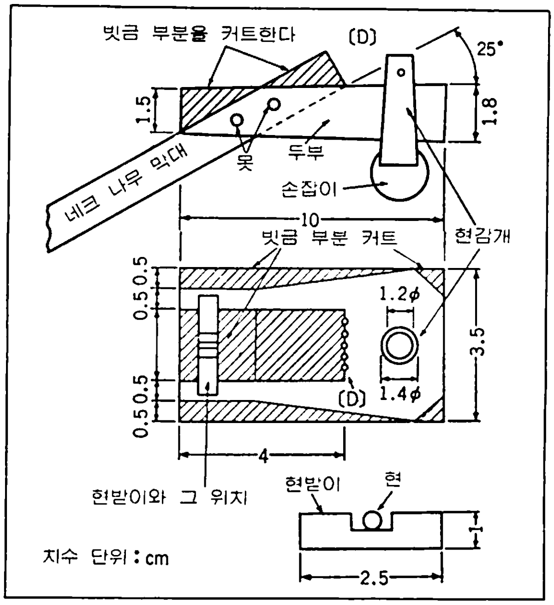


그림 3-5 네크의 머리부분

현의 장력(팽팽하게 당기는 힘)을 가감하여 소리의 높이를 조율하므로 축의 밑뿌리에는 손잡이 부분을 붙여 둔다. 또 축의 윗부분에는 현이 들어가도록 3 mmϕ의 작은 구멍을 뚫어 둔다.

네크의 머리부분 가공이 끝났으면, 블록과 네크 나무 막대를 155도의 각도를 유지하도록 못과 본드로 고정한다. 또 네크 나무 막대의 윗부분에는 현받이 부분의 나무 조각도 접착으로 고정시켜 둔다.

향통(울림상자) 부분은

이 향통부는 콘트라바스의 향통과 같은 모양으로 만들면 이상적이지만, 여기서는 직면체의 상자형으로 하자. 90×9×1 cm의 나왕판을 2개 구해서 그림 3-6과 같이 자른다. 이 판들을 가지고 향통의 나무틀을 만든다. 조립하는데는 못과 목공용 본드를 사용한다. 나무 틀의 바깥쪽 네 구석에는 목공용 줄로 쓸어 모서리를 다듬어 둥글게 한다.

이 나무 틀은 그 앞뒤에 향판을 붙인다. 그러나 그에 앞서 나무 테의 윗판에는 앞서 만든 네크의 기판 부분을 붙이고, 또 밑판에는 그림 3-7과 같은 나리 막대를 붙여 두지 않으면 안된다. 이 베이스는 서서 연주하는 악기이다. 베이스의 높이는 네크 나무 막대(지판)의 윗부분까

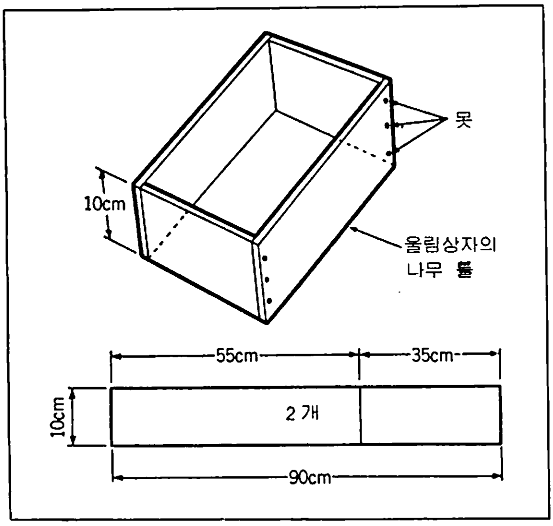


그림 3-6 나무틀의 치수

지 손이 무리 없이 닿도록 다리 막대의 길이로 조정한다(바닥에 닿는 다리 막대의 끝은 목공용 줄로 쓸어 곡면이 있게 하는 것이 좋다).

향 판 은

울림상자 틀의 앞뒤에 붙일 향판은 소리를 좌우하는 가장 중요한 부분이다. 침엽수의 곧은결 얇은 판자를 사용하는 것이 좋지만, 손쉽게 구할 수 있는 3 mm 두께의 베니어판을 사용해도 된다.

그 크기는 그림 3-8과 같은데, 표면의 향판에는 좌우 대칭으로 f구멍(sound hole)을 새긴다. 이 구멍에서는 울림상자 내에서 진동하는 공기가 대단한 속도로 출입하기 때문에 곡선 부분은 실톱 등을 사용하여 깨끗이 자른다.

향판 전체를 벨 때는 베니어판 위에 울림상자

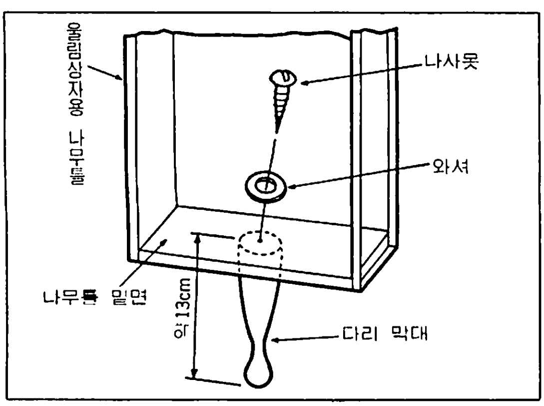


그림 3-7 다리막대의 고정방법

틀을 놓고 미리 연필 등으로 틀과 같은 모양으로 테두리를 베끼고, 그 선에 따라 톱으로 벤다. 향판의 네 귀퉁이 각은 약간 둥글게 하고, 그런 다음에는 향판 전체를 사포로 문질러 완성한다.

이들 2개의 앞뒤 향판은 바깥쪽이 볼록해지게 가공하면 되는데(안쪽에 나무를 받쳐 접착시킴으로써 구부린다) 여기서는 평면형 그대로 울림상자의 나무 틀에 목공용 본드로 접착 고정시킨다.

구 대 는

완성된 울림상자의 향판에 현의 진동 에너지를 전하는 것이 이 구대이다. 그 구조는 그림 3-9와 같은 것으로서, 6×5×0.5cm의 나무 조각에서 실톱으로 베어 낸다.

현을 진동시킬 때 그 양 끝(적어도 한쪽 끝만이라도)은 될 수 있는대로 단단한 것으로 그 포인트를 받치는 것이 좋다. 그 때문에 이 구대의 윗부분(현이 닿는 부분)에는 철판(3×1cm)을 반쯤 박아 넣도록 한다.

이 방법은 현받이의 윗면에 깊이 0.5cm 정도만 톱질하여 그 홈에 철판을 끼우면 된다. 또 구대의 다리는 향판에 본드로 고정시킴으로써 단

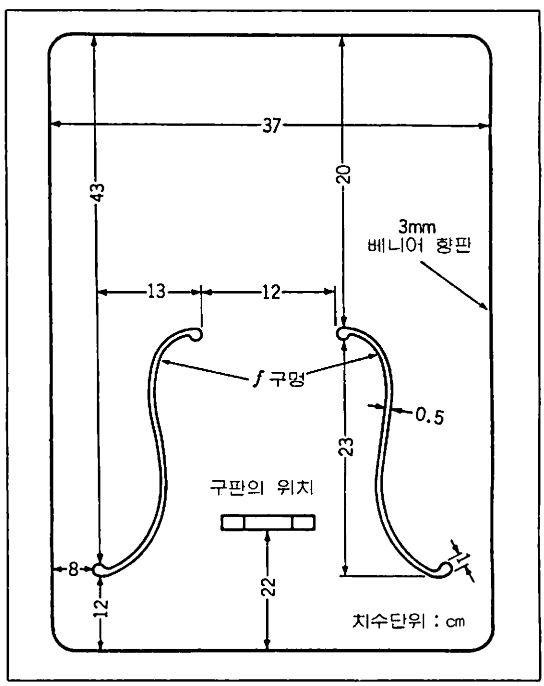


그림 3-8 향판과 f구멍

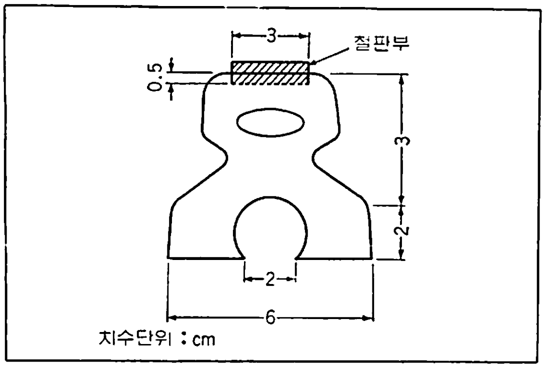


그림 3-9 구대의 치수

현 베이스의 공작은 전부 완료된 셈이 된다.

현을 치고 소리를 내어 보자

이 단현 베이스는 현으로 튼튼한 끈(지름 3mm 정도의 가는 로우프나 포장용 끈 등)을 사용한다. 바이얼린의 현 등에 비하면 상당히 질량이 큰 것이다.

그런데 그림 3-10과 같이 길이 l인 현을 중앙쯤에서 튀겼을 때 나는 기음의 진동수 f에 대하여 생각해 보자. 물리책 등에는 흔히,

$$f=\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

라는 공식이 사용되고 있다. T는 현의 장력, ρ는 현의 단위 길이당의 질량이다. 식을 보고 기음의 진동수(음의 높이) f는, 현의 길이 l에 반비례하는 것을 알 수 있다. 또, 현의 장력의 평방근에는 비례하고 있다.

여담이지만, 피아노 등에서는 음역이 7옥타아브나 되기 때문에 최고음은 최저음의 2^7배, 즉 진동수 f는 128배나 높다. 이것을 장력 T만큼 바꾸려고 하면 장력은 약 16,000배나 강하게 하지 않으면 안되게 되어 버린다. 그렇기 때문에 실제로는 T와 l과 ρ를 적당히 바꾸면서 그것들을 조합시켜 f도 정하고 있는 것이다.

이 단현 베이스에서의 소리는 상당히 낮기 때문에 l과 ρ를 크게 하고, T를 작게 하면 된다. 그러나 T가 너무 작으면 소리의 방사효율이 갑자기 훨씬 나빠진다.

그렇기 때문에 피아노 정도는 아니지만, 저음을 내기 위해서는 어느 정도의 장력 T를 걸지 않으면 안된다. 따라서 ρ는 큰 것으로 만들 필

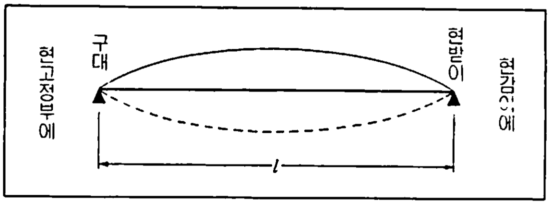


그림 3-10 현의 기본 악기

요가 있다. 그 때문에 현에는 포장용의 굵은 끈 등을 사용하기로 했다.

음의 높이를 구분하려면

이 단현 베이스는 기타아와 같이 현의 길이를 바꾸어 피치(음의 높이의 감각)를 만든다. 그 경우 음계의 표시(플랫)는 어떻게 구분해야 할까(그림 3-11).

먼저 정하지 않으면 안되는 수치로서, 현의 길이 l이 문제가 된다. l의 값은 끈 전체의 길이가 아니라, 현받이에서 구대의 윗면 지점부까지의 길이이다. 필자가 만든 단현 베이스는 l의 값이 132cm였으므로 이 수치로 설명한다. (표 3

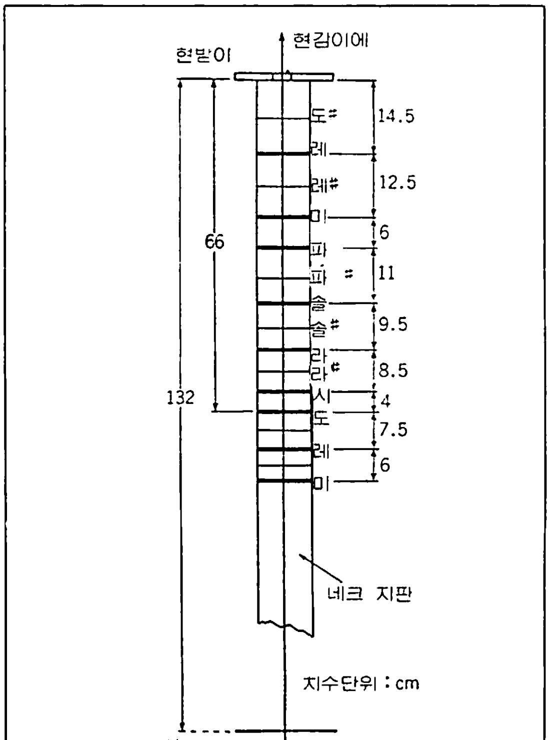


그림 3-11 기판의 플렛 위치

표 3-2 현장을 132cm로 했을 때의 계산례

음계명	진동수(1/S)	플랫 위치를 정하는 계산식	현받이로부터의 길이(cm)	플랫 사이의 길이(cm)
도	$f_1=130.8$	$f_1/f_1\times l=\frac{130.8}{130.8}\times 132=$ ➡	$132=l$	7.5
도#	$f_2=138.6$	$f_1/f_2\times l=\frac{130.8}{138.6}\times 132=$	124.5	7
레	$f_3=146.8$	$f_1/f_3\times l=\frac{130.8}{146.8}\times 132=$	117.5	6.5
레#	$f_4=155.6$	$f_1/f_4\times l=\frac{130.8}{155.6}\times 132=$	111	6
미	$f_5=164.8$	〃	105	6
파	$f_6=174.6$	〃	99	6
파#	$f_7=185.0$	〃	93	5
솔	$f_8=196.0$	〃	88	5
솔#	$f_9=207.7$	〃	83	4.5
라	$f_{10}=220.0$	〃	78.5	4.5
라#	$f_{11}=233.1$	〃	74	4
시	$f_{12}=246.9$	〃	70	4
도	$f_{13}=261.7$	$f_1/f_{13}\times l=\frac{130.8}{261.7}\times 132=$	$66=\frac{1}{2}l$	4
도#	$f_{14}=277.2$	〃	62	3.5
레	$f_{15}=293.7$	〃	58.5	3
레#	$f_{16}=311.1$	〃	55.5	3
미	$f_{17}=329.8$	〃	52.5	

-2, 그림 1-3).

l 의 값을 반의 길이, 즉 66cm점(현받이 부분에서 부터)을 왼손의 손가락으로 누르고 나머지 반의 현을 오른손의 손가락으로 튀겨 보자. 이 때의 소리는 현을 누르지 않고(현장 132cm, 즉 개방현) 튀겼을 때 나는 소리보다 1옥타아브 높은 소리가 되지 않는가. l 이 1/2이 되면 f가 2배가 되는 것은 당연하다.

그럼 음계의 각 음의 플랫 위치를 구하기 위해서 탁상계산기의 도움을 받아 보자. 표 3-2는 현장 l 을 132cm로 했을 때의 계산례이다. 만일 여러분이 만든 베이스가 현장 125cm라 하면 132를 125로 바꾸어 계산하면 된다.

그리고 구한 수치의 길이 부분〔데크 나무 막대의 윗면(지판이라 한다)〕에 매직 잉크 등으로 플랫으로서 눈금표시하면 이 단현 베이스 자체는 일단 완성이다.

4. 전기 단현 베이스

완성된 「단현 베이스」에 콘택트 마이크를 장비해 보자. 콘택트 마이크를 붙임으로써 전기 악기로서의 단현 베이스가 되는 것이다. 콘택트 마이크는 크리스털 형이든 마그네틱형이든 다 좋지만, 이 단현 베이스에서는 마그네틱형(전자형)을 사용해 보았다.

전자형의 콘택트 마이크는 그림 3-2에도 그 원리를 나타내는 그림이 있지만, 여기서는 새로운 형의 마그네틱 콘택트 마이크를 소개해 둔다. 그림 3-12가 그 단면도이다.

그 구조는 전자형의 마이크로폰과 똑 같다. 자석을 철심으로 하여 감은 코일 가까이에는 진동판(철판)이 설치되어 있다. 다만 보통의 마이크와는 달라서 흡수하는 진동이 공기의 음파가 아니라, 기타아나 베이스 등의 향판 진동이기 때문에 이러한 진동을 흡수하기 위해서 철심과 진동철판 사이에 부드러운 쿠션재의 스펀지 우레탄(A) 조각을 끼워 놓았다.

또 철판의 윗 부분은 케이스의 뚜껑으로 덮지만, 이 사이에도 우레탄 조각(B)이 삽입되어, 진동철판이 가로 방향으로 움직이지 못하게 되

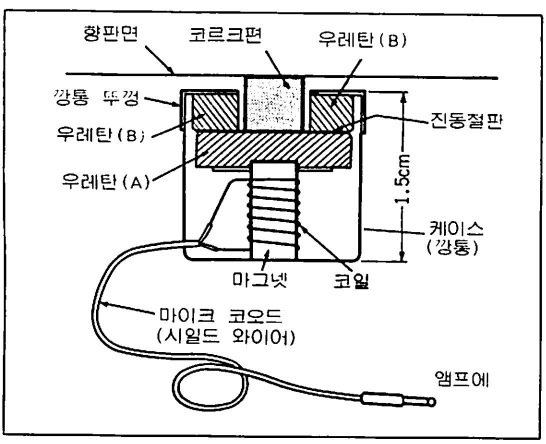


그림 3-12 만능 기타아 픽 시판품의 일례

어 있다. 그리고 향판의 진동이 진동철판에 주어질 때는 완충재(코오크 조각 등) 등을 넣어서 진동이 전달하지 않게 한다.

이런 식의 콘택트 마이크는「만능 기타아 픽」으로서 시판되고 있는 것도 있다. 그러나 가장 개성적인 것으로 만들어 보기 위해서, 자작하려는 사람은 그림 3-13을 참조하여 자작 콘택트 마이크에 도전해 보기 바란다.

이 경우 문제는 2가지가 있는데, 코일과 마그넷을 어떻게 하느냐를 해결해야 한다. 이것만 돌파하면 마그네틱형의 콘택트 마이크를 자작하기는 별로 어려운 것이 아니다.

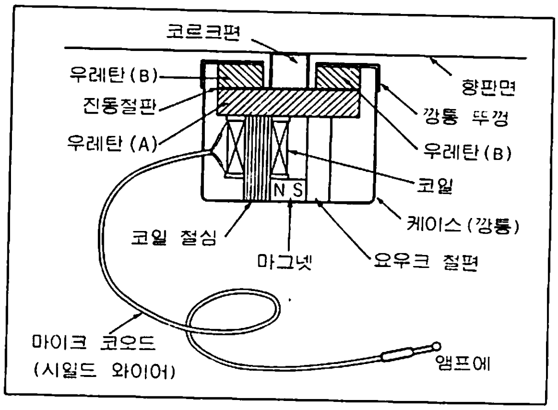


그림 3-13 자작한 콘택트 마이크

콘택트 마그네틱 마이크의 자작

코일 부분은 손수 가는 선을 감는 것이 아니라, 트랜지스터용의 작은 입력 트랜스 100kΩ : 1kΩ을 해체하여 그 코일 부분을 이용하기로 했다. 트랜스 100kΩ : 1kΩ을 분해하려면 철심의 옆쪽에서 송곳 끝 등으로 I형 철판을 쿡쿡 찔러서 움직이게 하여 그것을 모두 제거해 버린다.

다음에 어긋매끼게 짜여져 있는 E형 철판을 라디오펜치 등으로 한장 한장 잡아 뽑는다. 그리하여 I형 철판만 모으고 그 반수 분량의 I형 철판을 다시 코일에 끼워 넣으면 코일의 철심부분이 완성된다(나중 절반의 I형 철판은 코일 외부의 요우크 부분으로서 사용한다).

코일은 감은수가 많은 쪽을 사용하고, 감은수가 적은 쪽(테스터로 재어 보면 저항이 적다)은 놀려 둔다.

코일 부분에는 그림 3-13과 같이 I형 철판의 밑 부분을 소형의 마그넷에 접합시키는 것인데, 이와 같은 소형 마그넷은 오히려 입수하기가 어렵다. 필자는 하는 수 없이 마그네틱 이어폰을 해체하여, 나온 고리 모양의 페라이트 마그넷을 바이스에 끼워 쪼개어, 분할된 직면체에 가까운 모양의 마그넷 조각 중에서 호의 길이가 5mm 정도 되는 것을 골라 사용해 보았다.

자력은 그다지 강력하지는 않지만, 그런대로 사용할 수 있다. 어쨌든 가로형용 모우터나 소형 미터 등을 해체해도 소형 마그넷은 입수할 수 있지만, 그것을 사용하는데 있어서는 극의 방향에 주의하고, 양 극이 각각 I형 철판(코일의 철심 및 요우크용의 철편)의 방향으로 향해 있어야 된다.

즉, 코일의 철심과 마그넷, 요우크 철편은 그림 3-13과 같이 세메다인(알다이트계가 좋다)으로 접착 고정시킨다.

다음에 이 부분이 쏙 들어가도록 지름 2 cmφ 정도의 작은 뚜껑 있는 깡통을 구한다. 그런 깡통이 없으면 35mm 필름을 넣을 플라스틱제 용기도 무방하다.

진동 부분은 얇고 반듯한 합석판에서 약 1.5 cmφ의 원판(1원짜리 알루미늄 주화 크기 정도)을 오려 내어 진동판을 만든다. 그리고 이 원형 합석판의 한쪽에는 완충재의 코르크 조각(고무판도 좋다. 0.8 cmφ 정도의 원판)을 진동판의 중앙에 접착시켜 둔다(용기의 뚜껑에는 이 코르크 조각보다 약간 큰 구멍을 뚫어 둔다).

전체의 조립은 용기에 코일부, 쿠션재의 우레탄(A), 진동판, 우레탄(B)을 포개어 뚜껑이 꼭 들어가도록 우레탄의 두께를 조정한다. 코일의 양 끝에서는 시일드선을 꺼내도록 해 두면, 이 콘택트식 마그넷 픽은 완성된다.

콘택트 마이크의 장비와 연주

단현 베이스에 이 콘택트 마이크를 설치할 경우, 향판의 어느 부분에 고정(접착제는 콘택트 세메다인이 좋다)시키면 향판의 특성을 가장 잘 살린 소리를 얻을 수 있을까. 그림 3-1의 클래드니씨의 도형 등을 보면서 음미해 보자.

필자가 시험제작한 베이스에서는, 향판으로부터의 소리로 그 음역의 어느 소리도 비교적 잘

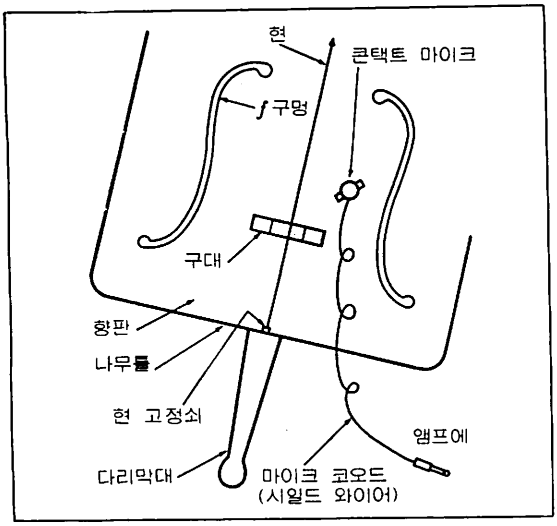


그림 3-14 콘택트 마이크의 습음장치

받아들이는 위치로서는 그림 3-14와 같이 f구멍과 구대의 중간 부근이었다. 향판의 나무틀 가까이면 저음역의 받아들이는 양이 좀 적은 것 같은 결과가 된다.

이 단현 베이스는 음역이 상당히 낮은 악기이므로, 사용하는 앰프나 스피이커는 모두 저음이 충분히 나는 것을 사용하지 않으면 이 베이스의 특성을 발휘할 수 없다.

다른 악기와 합주할 때 소리를 맞추려면 처음에 현감개 축을 돌려 현을 늦춘 다음, 현의 장력을 조금씩 세게 해 간다. 그리고 다른 악기의 피치와 맞는 곳에서 합주를 시작하도록 한다.

그럼 이 단현 베이스도 엘렉트릭 악단 등과 합세하여 저음의 매력을 발휘하면 어떨까.

5. 클래식 기타아

스페인의 명공이 만들었다는 고급 수제 기타아가 어느 악기점의 진열장에 진열되어 있었다. 듣건대 이와 같은 명기는 지금도 하나 하나 수공업적으로 만들어지는 모양이다. 그래서 유럽 각지에는 16세기경부터 악기의 수공업이 발달하여 유명한 아르티잔(직인)이 많이 배출되었던 모양이다.

단현 베이스를 졸업한 우리도 이번에는 클래식 기타아〔플라멘코형의 기타아(거트 기타아류)〕에 도전해 보고 싶다. 악기를 자신의 손으로 만들어 보면 옛날 아르티잔이 애써 만든 작품의 그늘에 숨어 있는 고충을 조금은 알 수 있을 것이다.

기타아의 재료는

그림 3-15를 보면서 기타아의 구조나 그 부분의 명칭 등을 알고 그것의 재료를 생각해 보자. 우선 목재의 부분이 많다는 것을 알 수 있다.

그 목재에 대해서인데, 악기를 만드는 목재는 잘 건조되어 있어야 한다. 그러나 우리들이 보통 구하기 쉬운 목재는 제재된지 오래 되어 저절로 건조되어 있다고 볼 수 있다.

기타아에 있어서 가장 중요한 목재 부분이라 하면 그것은 앞판이다. 이 판은 향판이라고도 하는데, 그 기타아 음색의 대부분을 결정하는 중요한 부분이다. 전문적인 악기 메이커 등에서는 이 향판용 재료로서 침엽수(북미나 알래스카 등에서 나는 스프루스라는 나무가 좋다고 한다)의 곧은결 얇은 판을 즐겨 사용하는 모양이다.

그러나 우리가 만드는 기타아에서는 이 향판은 (뒷판이나 옆판 등도) 구하기 쉬운 3 mm의 얇은 베니어판으로 만들어 보기로 한다. 이 베니어판은 단현 베이스에서도 이미 사용해 본 낯익은 것이다.

다음에는 네크 부분인데, 이 목재는 현을 잡아 당겼을 때 휘어지지 않는 견고한 강목이 좋다. 손쉬운 것으로서는 공작재료상에 있는 나왕판도 좋을 것이다. 그 밖의 목재로서는 역목, 지판, 보강재 등의 용재가 필요하다.

그 밖에 현과 현감개에 현받이가 남아 있지만, 이러한 것은 악기점에서 구입하기로 한다. 현은 사진 3-3에 있는 것과 같은 자루에 들어 있는 것이 6현용 1세트이다. 현감개 (사진 2-3)는 수리용 부품으로서 여러 등급품이 있다.

또 현받이나 골봉 등은 보수용 부품으로서 플라스틱 제품도 나와 있다. 마무리의 도장에는 래커나 니스 등을 사용한다. 그러나 도장재의 재질과 성분은 완성된 기타아의 음질에 상당히 영향을 미친다는 것도 아울러 말해 둔다.

공작을 시작하자

향명통 옆판의 가공법

아마튜어가 기타아를 만들 경우, 가장 어려운

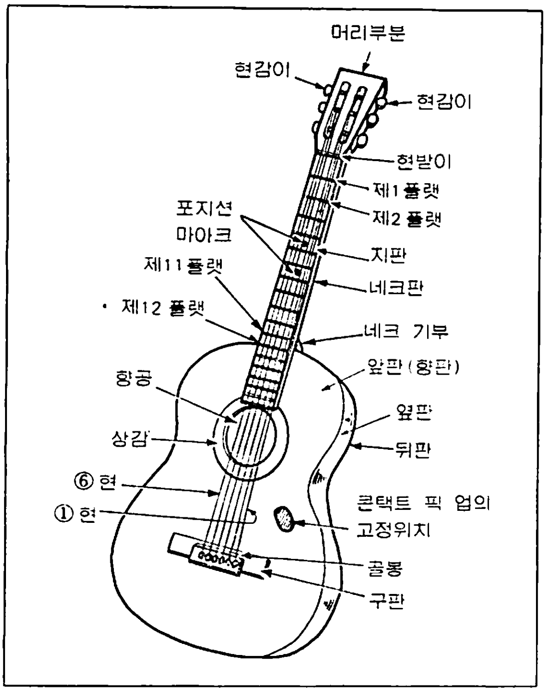


그림 3-15 기타아의 외관

작업은 옆판의 가공이다. 옆판을 구부리고 기타아 동체의 커어브를 만들기 위해서는 어떤 공법이 좋을까. 이 문제만 해결되면 기타아뿐 아니라 첼로 등과 같은 현악기 제작에도 도전할 수 있다. 옛날부터 이 옆판을 만드는 방법으로서는 다음의 3가지 방법이 알려져 있다(방법은 임시로 붙인 이름이지만).

①미분법 이 방법은 높이(옆판의 폭이 된다)가 같은 좁다란 나무 조각을 여러개 준비하여, 이들 나무를 옆판의 커어브에 따라 접착재로 붙여 옆판을 만드는 방법이다. 옛날부터 흔히 성냥개비 나무를 아교로 접착시켜 바이올린의 향통용 옆판을 만들었다는 말을 듣는데, 그것은 이 방법의 일례이다.

②적분법(Ⅰ) 옆판의 폭으로 자른 얇은 목판에 뜨거운 수증기를 뿜으면서 그림 3-16과 같이 판을 조금씩 굽혀 나가 옆판의 커어브를 만드는 방법이다. 옆판을 만드는 방법으로서는 가장 정통적인 것이라 할 수 있다.

③적분법(Ⅱ) ②의 방법이 어렵다고 체념한 사람은 다음의 방법으로 옆판을 만들 수 있다. 두께 0.5mm 정도의 경금속(알루미늄이라든가 듀랄루민 등)판을 구부려 금속판제의 옆판을 만드

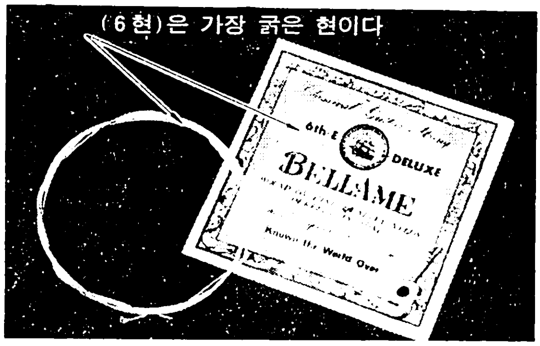


사진 3-3 현과 현주머니의 일례

는 방법이다. 이 방법 같으면 구부리는 판이 금속이기 때문에 커어브를 만들기가 쉽다. 다만 이 경우 금속제의 옆판과 향판(앞판, 뒷판)과의 접착 및 음색의 문제가 염려된다.

접착에는 알다이트계 접착제(2종류를 합쳐서 이긴 것과 같은 것)로 접합하면 벗겨질 염려가 거의 없다. 또 음질도 목제 옆판의 기타아와 비교하여 귀로 들어서는 거의 차이를 느낄 수 없다. 옆판면이 알루미늄색이어서는 기타아 자체가 품위가 없으므로, 이 부분은 밤색 계통의 컬러 도장을 한다.

그럼, 여러분은 기타아의 옆판을 어떤 방법으로 만들 것인가. 여기서는 ②의 방법에 대하여 공작교실의 학생을 초대하여 그 공작법의 자세한 것을 대화로 풀어 나가기로 한다.

〈학생〉 3mm 베니어판을 길이 73cm, 폭 10cm 크기로 2개 베어 냈읍니다.

〈선생〉 그 판에 A, B……G로 그림 3-17과 같이 표시를 하기 바란다. 이 알파벳의 기호는 그 그림 밑쪽에 그려 놓은 향명통의 각 위치에 붙인 기호와 대응해 있다. 각부의 굽은 정도를 머리에 새겨 두자.

〈학생〉 향명통의 옆판은 좌우를 2개의 판으로 따로따로 만들어 그것을 맞추는데, 이 때 향통의 좌우는 완전히 대칭 형식이라야 됩니까.

〈선생〉 내 생각으로는 반드시 대칭형으로 할 필요가 없다고 본다. 오히려 비대칭으로 하는 것이 음향적으로 볼 때 더 재미있지 않을까.

〈학생〉 향명통이 비대칭이면 미적으로는 어떠할까요.

〈선생〉 글쎄, 그 점이 좀 약하다고 할까. 근세 유럽 등에서는 비벨라(기타아의 원형이라고도

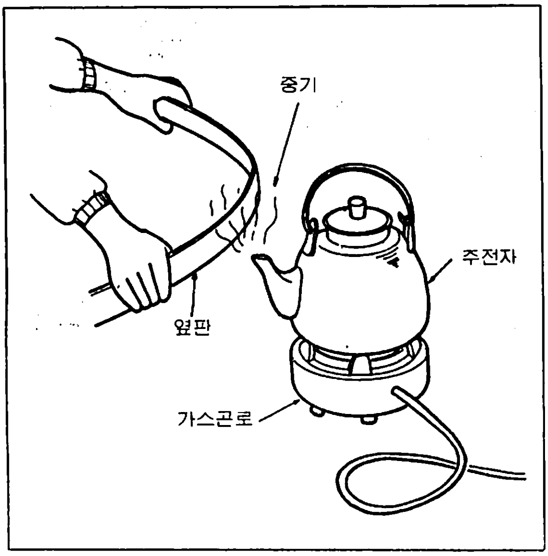


그림 3-16 증기로 옆판을 구부리는 가공

일컬어지는 류우트 속 악기)의 개량과 여러 가지 연구가 가해진 모양이다. 그 과정에서는 그림 3-18과 같은 비대칭형의 친자 기타아 등도 등장한 것 같다.

〈학생〉 이야기가 옆길로 흐른 것 같은데 본론으로 돌아갔으면 합니다.

〈선생〉 옆판 베니어를 구부리기 전에 커어브 안쪽에 커터나 톱으로 칼금이나 톱금을 낸다.

〈학생〉 판이 굽어질 때 판 안쪽의 반지름은 작아지므로 안쪽이 압축되기 때문입니까.

〈선생〉 그림 3-17과 같이, B, C, D, E, F, G의 각 선을 중심으로 하여 1 cm 정도의 간격으로 좌우 2개씩 도합 5개의 톱금을 넣는다.

〈학생〉 이 톱금의 깊이는 어느 정도가 좋습니까.

〈선생〉 톱금의 깊이는 1 mm, 즉 3겹으로 된 합판 베니어판 중, 그 얇은판 한겹분이다. D부분 이외는 향통의 안쪽이 되기 때문에 칼금을 넣었을 뿐 아니라, 그 부분의 얇은 판 한겹분은 벗겨 버려도 된다.

〈학생〉 벗겨 버리는 것이 더 구부리기 쉽습니다. D부분은 커어브가 반대이기 때문에 옆판의 앞쪽에서 칼금을 넣으면 되겠죠(이 부분의 칼금은 넣지 않는 것이 완성된 품이 깨끗하다).

〈선생〉 그러면 옆판의 구부리기 가공을 하자. 화

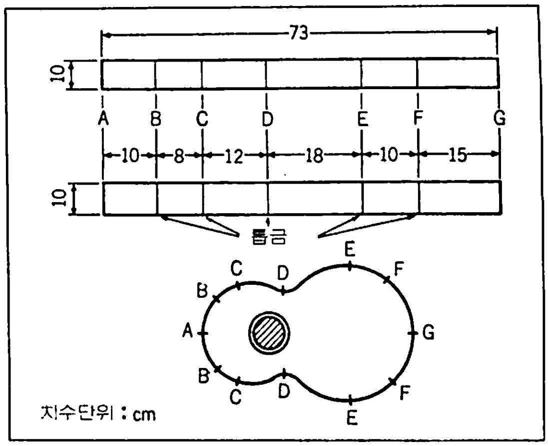


그림 3-17 옆판에 톱금을 넣어 둔다

력을 세게 한 가스 곤로(전열기보다 열량이 많아서 좋다)로 주전자의 물을 끓인다. 주전자의 주둥으로 김이 많이 나오게 되면, 옆판의 구부릴 부분을 증기 속에 놓고 조금씩 힘을 가하면서 구부린다.

〈학생〉 구부릴 커어브를 다른 종이에 매직펜 등으로 그려 놓고 때때로 그 커어브에 대어 보면서 천천히 조금씩 구부려 나가면 됩니까.

〈선생〉 그렇지. 1시간쯤 걸릴 작정을 하고 천천히 정성 들여 구부리면 된다. 급히 구부리려고 하면 판을 부러뜨리게 돼.

〈학생〉 이제 겨우 옆판 비슷하게 커어브가 들어간 판이 2개 다 가공되었읍니다. 곡선미라기보다 손으로 만든 커어브에 만족하고 있어요.

〈선생〉 그 2개의 옆판을 네크 받이판과 꼬리판으로 도킹(접합)한다. 도킹은 목공용 본드로 접착하되, 그림 3-19와 같이 본드가 마를 때까지는 하루 정도 가만히 놓아 두기 바란다.

〈학생〉 이것으로 어려운 옆판 가공도 다 끝났읍니다. 기타아 공작상의 난관 중 하나를 돌파한 것입니다.

향판의 가공

이번에는 40×52cm의 3 mm 베니어판 위에 완성된 옆판 틀을 놓고, 그 바깥쪽에 사인펜을 붙이대어 옆판 틀(향통의 틀 부분)과 같은 모양의 도형을 그린다. 이 부분이 향판이 되는 것인데, 앞뒤 2개가 필요하기 때문에 다른 3 mm 베니어판에 같은 것을 하나 더 그린다.

다음에 이 사인펜의 선을 따라 각 베니어판을 베어 내는데, 곡선이 완만한 곳은 보통의 톱으로 베어 버리고 곡선이 급한 곳은 실톱으로 조심스럽게 자른다.

또 2개 중 앞판쪽에는 그림 3-20과 같이 예의 공명상자 구멍(sound hole)을 뚫어 둔다. 이 부분도 실톱으로 베어 낸다. 그런 다음에는 이 앞뒤 2개의 향판 표면과 절단면의 주위에 사포로 문질러 둔다.

네크 부분의 공작

이 부분의 공작은 앞 항의 단현 베이스 때와 같은 요령이지만, 기타아는 현이 6개이므로 머리부분 나무조각의 모양이 약간 복잡해진다. 이 머리부분을 만들려면 20×7.5×2cm의 나왕판을 준비한다. 이 판에는 그림 3-21과 같은 외형의 크기를 선으로 그리고 톱으로 베어 낸다.

다음에는 판의 윗면에 현감개용의 홈을 파는 것이다. 홈의 양 끝에 해당되는 부분에는 1.5cmϕ의 구멍을 4군데 드릴로 뚫는다. 그리하여 이 구멍에서부터 톱으로 2개의 홈 부분을 베어 낸다. 또 이 나무 조각의 옆 부분에는 현감개 쇠

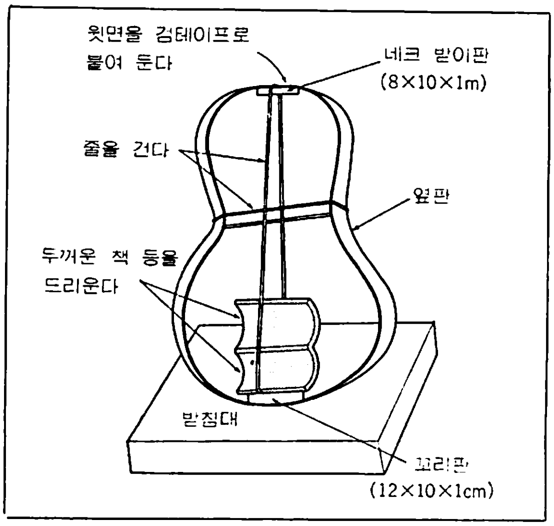


그림 3-19 옆판틀의 형성

붙이가 좌우에 하나씩 붙게 되므로 1.3cmϕ의 구멍을 좌우 3개씩 뚫어야 한다.

그 치수는 거의 규격화되어 있는 모양이지만, 메이커에 따라 조금씩 다를 수도 있으므로 쇠붙이에 맞추면서 드릴해 나간다.

이것으로 네크 머리부분의 가공은 거의 끝났다. 머리부분의 위 끝은 톱으로 반반하게 절단한 것뿐 아니라, 실톱 등을 사용하여 여러 가지

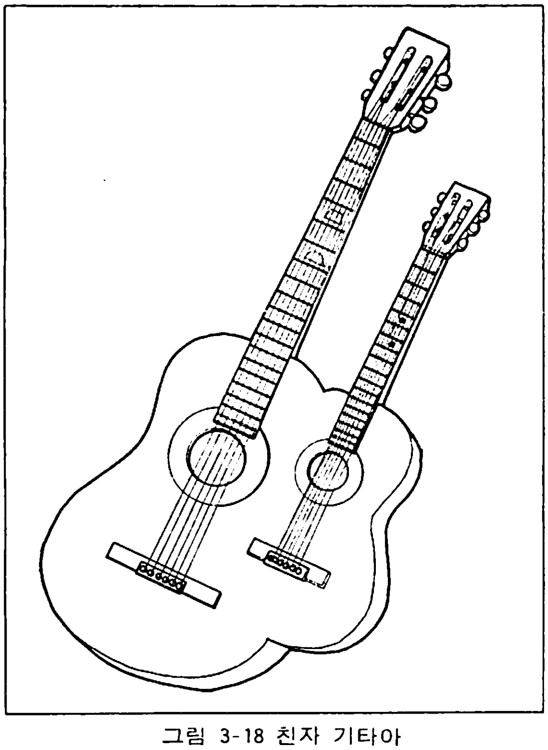


그림 3-18 친자 기타아

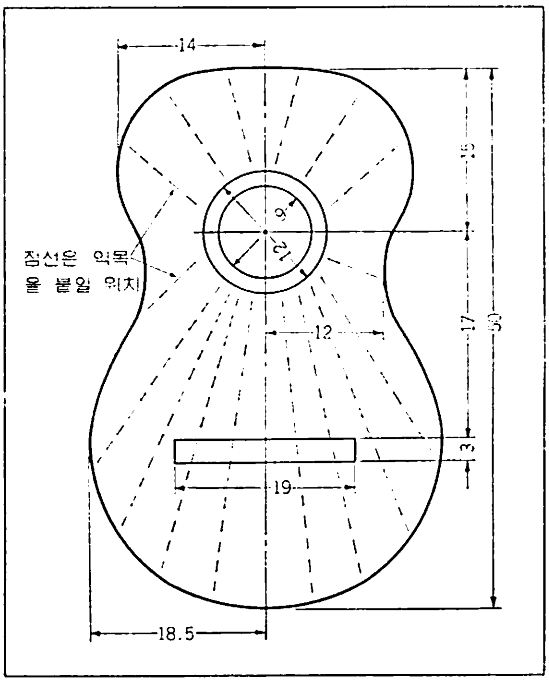


그림 3-20 향판 치수의 일례

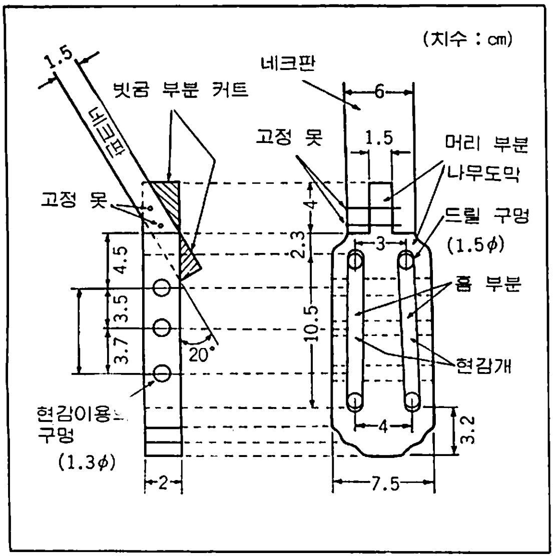


그림 3-21 머리부분 치수, 네크판과의 접합

모양으로 베어 보면 기타아의 모양이 훨씬 돋보인다.

만들어진 머리부분은 네크판과 도킹시켜야 한다. 접합하는 각도는 160° 정도가 좋다. 그러기 위해서는 머리부분 나무 조각의 볼록부와 네크판에 파 놓은 오목부가 서로 꼭 맞물리도록 공작해야 된다.

2가지의 접합면에는 목공용 본드를 사용하되 그 옆면에서는 2개의 못(머리를 찌부러뜨린다)을 쳐 두면 결합이 보다 튼튼하게 된다.

끝으로 네크 부분 전체에 목공용 줄로 쓸어서 날카로운 모가 없게 한다. 특히 네크판의 밑면 등은 연주자의 왼손이 닿기 때문에 깨끗한 곡면이 되게 다듬어 둔다. 줄질을 한 후에는 또 사포로 곱게 문질러 끝손질을 한다.

전체의 조립

울림상자와 네크 부분

먼저 울림상자의 옆판 틀에 뒷판을 붙이는데, 이 뒷판의 안쪽면에는 그 주위의 군데군데(10군데 정도 바깥면에서 옆판의 두께만큼 안쪽)에 그림 3-22에 있는 것과 같은 안내받이라는 작은 나무 도막을 미리 목공용 본드로 접착해 둔다.

다음에 이 안내받이의 바깥쪽에 이미 만들어 놓은 옆판 틀을 씌우고, 이 안내받이와 옆판 틀을 다시 본드로 접착하는 것이다. 뒷판 안쪽면 3군데에는 그림 3-22와 같이 각각 역목이라는 나무 막대를 가로지른다.

이 역목은 역시 목공용 본드로 뒷판에 접착하지만, 향판(앞판)에도 붙어야 한다. 이 역목을 붙임으로써 향판의 베니어는 강도가 더해질 뿐 아니라, 소리의 진동 에너지를 판 전체에 확산시키는 역할도 한다.

접착에 있어서는 목공용 본드를 사용하는데, 마를 때까지 두꺼운 책 같은 것을 눌러 두고 압력을 가하면서 접착하면 향판과 역목이 튼튼히 접합한다.

조립 작업은 이 옆판 틀과 네크판과의 접합공작으로 나아간다. 이 경우 옆판 틀 안쪽의 네크받이와 네크판 기부를 맞추어 본드와 나사못으로 견고하게 접합하는데, 이 공작에서 가장 중요한 것은 접합한 이 부분을 바로 옆에서 보았을 때, 네크판 윗면과 옆판 틀 윗면이 똑 바로

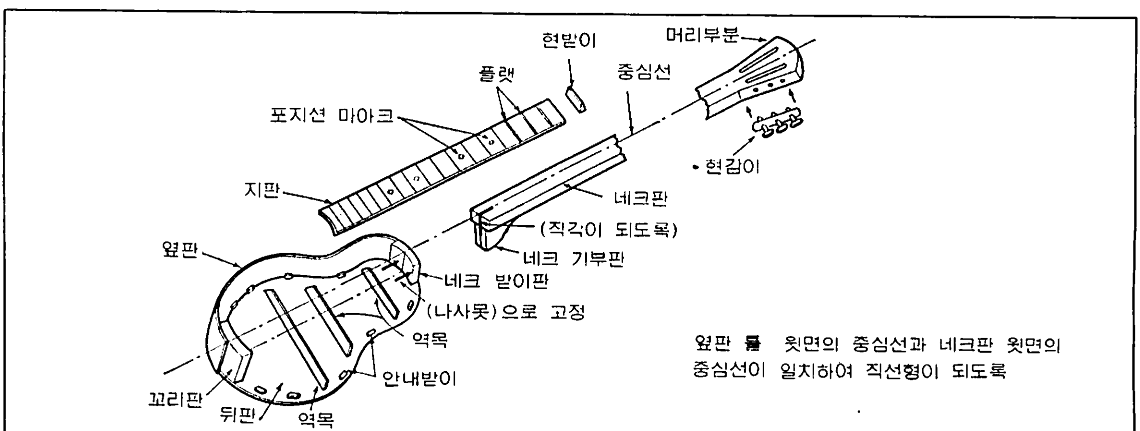


그림 3-22 기타아의 조립

일직선형이 되도록 붙여야 한다. 그러기 위해서는 네크판 기부가 직각으로 가공될 필요가 있다.

이 네크판에 옆판 틀(울림상자 틀)이 고정되면 기타아의 외관이 다듬어진 느낌을 준다. 그래서 울림상자판 윗면에 드디어 향판을 접착하는 준비가 되는데, 만일 이 기타아의 향판 진동을 흡수하는 콘택트 마이크를 울림상자 내부(향판 외면에 붙여도 되지만)에 붙일 예정이면, 이 단계에서 콘택트 마이크(콘택트 픽업)를 향판의 뒷면(구판과 향공의 중간 정도에서 중심선을 벗어난 위치가 좋을 것이다)에 장비해 놓아야 한다.

콘택트 마이크의 수음면과 향판과의 접착은 고무계의 접착제(콘택트 세메다인)를 사용하기 바란다. 또 마이크의 코오드(시일드선)는 울림상자 틀의 꼬리판에 0.5 cmϕ의 구멍을 뚫고, 거기서 빼내도록 하면 좋을 것이다. 울림상자 틀 내부의 코오드는 그 길이에 다소의 여유를 두고, 꼬리판 부분에 접하는 부분에서는 코오드가 빠지지 않도록 매듭을 만들어 둔다(캐논 색 등을 붙이면 더 좋다).

울림상자 틀에 접착되는 향판은 뒷판과 같이 그 주위의 요소에 안내받이가 붙는다. 또 역목도 접합하지 않으면 안된다. 그러나 향판에 붙이는 역목은 뒷판에 붙인 3개의 역목과 달라, 그림 3-20과 같이(점선으로 표시되어 있는) 향공에서 방사형으로 줄지어 붙이는 것이다.

역목의 갯수는 10개 전후로서, 그 나무막대는 8 mm 각재를 사용하는 것이 좋다.

그러고 나면 이 향판에 붙인 안내받이와 울림상자 틀을 접착함으로써 울림상자가 완성되는데 울림상자는 향공 이외의 부분에서 공기가 새는 일이 없도록 울림상자 틀의 가장자리 안쪽에 목공용 본드를 충분히 발라 놓았다가 접착하기 바란다.

접착제가 마를 때까지는 울림상자를 수평(향판을 밑쪽)으로 놓고 향판과 울림상자 틀의 가장자리가 뜨지 않도록 무거운 것으로 압력을 가하면서 접착이 완료되기를 기다린다.

구판과 지판, 현받이

구판은 3×19×1 cm의 단단한 나무로 만든다. 그림 3-23과 같이 이 나무조각은 양끝을 비스듬히 베어 낸다. 다음에 골봉을 끼워 넣는 홈을 톱으로 켜서 만들고, 그 폭을 약간 넓히듯이 조각도로 판다. 그 깊이는 약 3 mm 정도가 좋다.

다음에는 현을 끼울 구멍을 6군데 1.2 cm 간격으로 비스듬히 뚫는다. 드릴은 2 mmϕ의 가는 것을 사용하여 구판의 뒤쪽에서 윗면을 향하여 뚫는다. 그런 다음에는 전체를 사포로 다듬고 그림 3-20에서 보인 위치에 목공용 본드를 사용하여 접합한다.

지판의 가공을 하자. 이 판은 네크판 윗면에 붙일 판인데, 폭 6 cm, 두께 5 mm의 판을 가공하는 것이다. 그림 3-24에서 보는 것과 같은 18개의 플랫(진동하는 현의 길이를 정하는 구획)을 붙이기 전에 판은 제 1 플랫쪽으로 갈수록 폭이 약간씩 좁아지므로 대패질을 해 둔다.

그림 3-24에 보인 플랫이 붙는 위치의 치수는 이 기타아의 현장(현받이에서 구판에 붙는 골봉까지의 길이)을 66cm로 했을 때의 수치이다. (만일 현장을 바꾸고 싶을 때는 표 3-2에서 단현 베

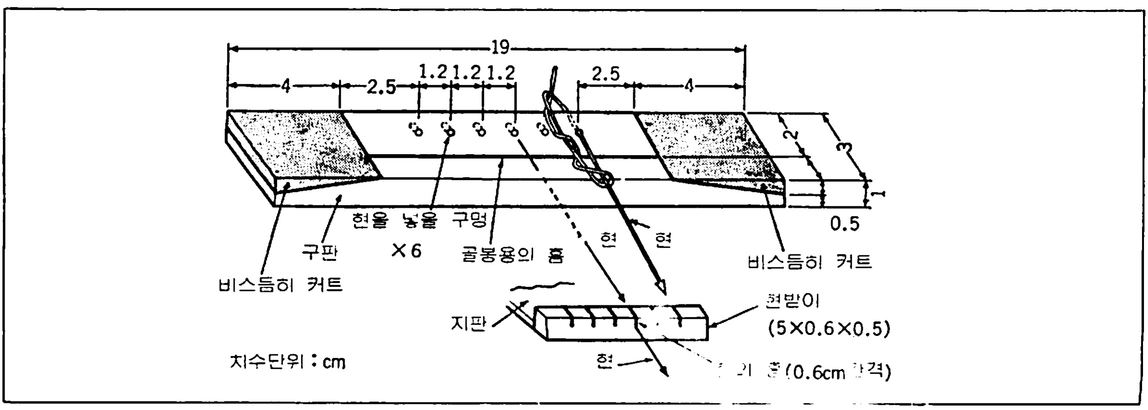


그림 3-23 구판과 현받이, 현의 잇는 방법

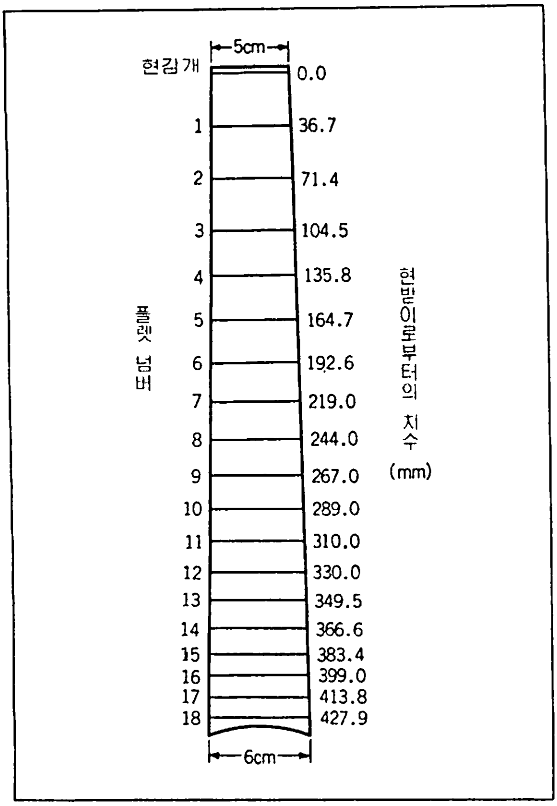


그림 3-24 지판의 플랫 위치

이스 때와 같은 산출법으로 각 플랫의 위치 계산을 한다).

이 플랫 위치에 플랫을 고정하자. 플랫은 특수한 단면을 가진 플랫 와이어를 사용하면 좋다. 그러나 이 와이어를 입수하지 못할 경우, 대용품으로서 굵기가 1.5mm인 놋쇠 철사를 철물점에서 산다.

이 철사는 18개로 자르되, 굽어진 것은 똑바로 해서 각각 지판의 폭에 맞추어 니퍼로 자른다(절단면에는 뾰족한 부분 등이 없도록 줄로 잘 손질해 둔다).

플랫은 **그림 3-25**와 같이 소정의 치수 부분에 표시를 하고, 거기에 알다이트제의 세메다인을 톱금을 따라 직선으로 발라 두고, 그 위에 절단한 18개의 철사(플랫)를 배열한다. 그런 후는 **그림 3-26**과 같이 접착제가 마를 때까지 압력을 가하고, 동시에 와이어 위끝이 일직선이 되도록 판을 눌러 접착제가 마르기를 기다린다.

플랫을 접착한 지판이 만들어졌으면 이 지판과 현받이(플라스틱제가 악기점에 있지만 자작할 경우에는 모형재료점 등에 있는 6mm의 각재를 사용하여 **그림 3-23**과 같이 가공한다)를 네크판의 윗면에 목공용 본드를 사용하여 접착한다. 이 경우 현장이 정확하게 66cm의 위치가 되도록 고정시켜야 한다(지정된 치수대로 만들었을 때는 제12플랫이 울림상자 테의 위끝과 일치한다).

끝 손 질

이것으로 기타아는 거의 완성되었다. 그래서 한번 더 전체에 사포질을 하여 화장을 해 둔다. 손으로 만져 보아도 걸리는 돌기분이 없도록 충분히 문질러 둔다. 사포로 완성시킨 후에는 도장을 한다. 클리어 래커와 같은 투명에 가까운 것, 혹은 컬러 래커와 같은 착색도료 등 마음에 드는 도장을 하면 되겠지만, 될 수 있는대로 2번 이상 얼룩이 나지 않게 고루 칠해야 한다.

도료가 완전히 건조하면 머리부분의 좌우에 현

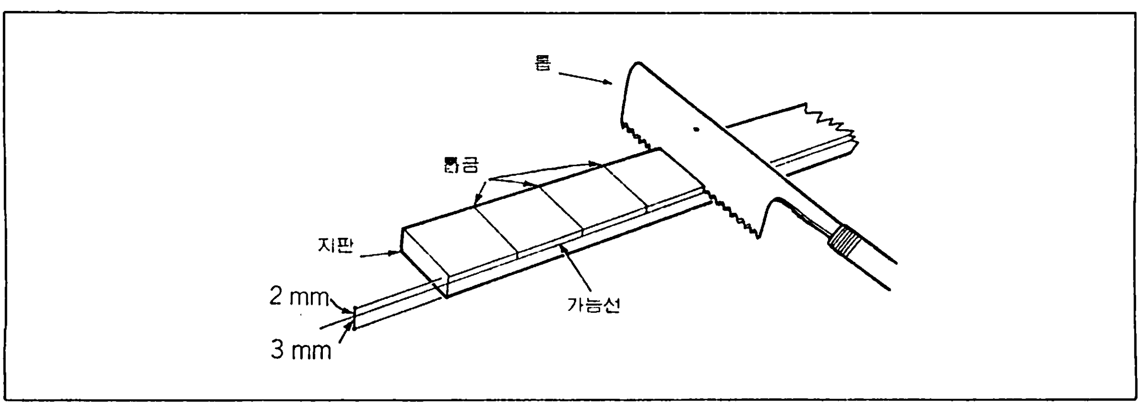


그림 3-25 톱으로 플랫 위치에 이 톱금을 넣는다

감개 쇠를 나사로 고정시킨다. 그런 후에는 구판에 골봉을 끼우고 1세트로 구입한 6개의 현을 각각 치고 이 현감개 쇠를 감는다.

6개의 현이 다 쳐졌으면 현고(현의 밑면과 플랫 윗면과의 간격)를 잊지 않고 체크해야 한다. 기타아의 제 1플랫에서는 각 현이 모두 그 현고가 약 1.5mm가 되고, 제12플랫에서는 ①현이 3.5mm, ⑥현에서 4.5mm 정도의 현고가 표준인 것 같다(현고는 골봉과 현받이의 홈의 길이로 조정한다).

어쨌든 플랫 넘버가 낮은 수일수록 현고는 조금씩 작은 값이 되는데, 현고가 너무 높으면 현의 장력은 커지므로 소리가 좀 높아지고, 현고가 너무 낮으면 현과 플랫이 닿아 바르르 떨리는 소리를 낸다. 기타아의 제작에 있어서는 이 현고 조정도 중요한 작업의 하나이다.

이제는 현의 조정을 해야 하는데, 조율은 엘렉트릭 기타아 (그림 2-19)에서 설명했으므로 중복을 피한다. 그럼 콘택트 피업을 향판의 소리를 받아들이는 부분에 붙이고, 그 출력을 악기용 앰프에 접속하여 자작 기타아의 소리를 스피이커에서 내어 보자. 베니어 합판의 플래식 기타아라고는 생각되지 않는, 다이내믹 레인지가 넓은 아름다운 소리가 나면 전기 악기로서의 플래시컬 기타아는 성공한 셈이다.

6. 마라카스

하와이언 멜로디나 중남미 지역의 음악에 마라카스의 소리가 가해지면 알로하 오에나, 아르헨티나 탱고 등의 무우드가 한층 고조된다. 그래서 이제 오리지널 마라카스를 만들어 보기로 한다.

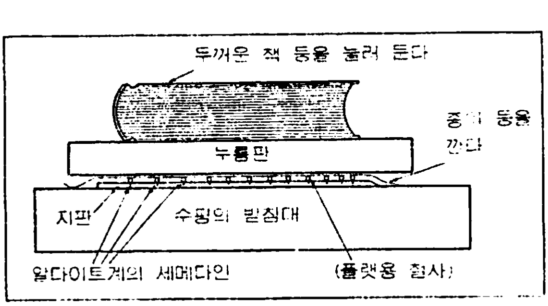


그림 3-26 지판과 플렛의 접착

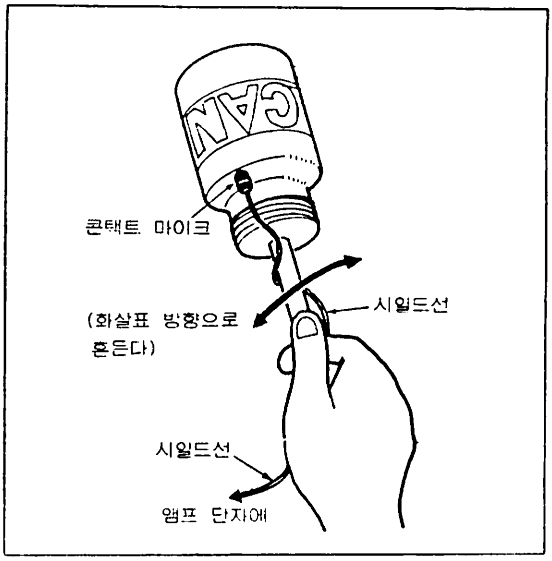


그림 3-27 깡통 마라카스

재 료 는

그림 3-27과 같이 뚜껑이 나사식으로 된 빈 깡통(300g들이) 등이 있으며, 마라카스용의 용기로서는 가장 적당하다. 그 밖에 깡통이 아니더라도 인스턴트 식품 용기로서 비슷한 것이 2개 있으면 그것을 접합하여 마라카스의 용기로 할 수도 있다.

이와 같은 것은 발포성 폴리에틸렌계 고분자 화합물이기 때문에 딱딱한 갑을 수는 소리가 나는 경쾌한 마라카스를 만들 수 있을 것 같다.

이러한 용기 속에 넣는 알갱이로는 무엇이 좋을까. 이 알갱이의 재질에 따라서도 마라카스의

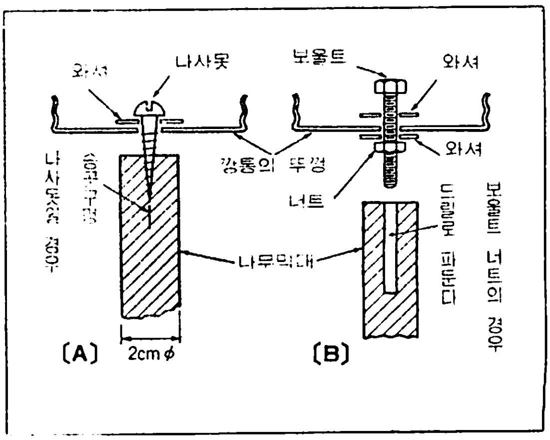


그림 3-28 깡통 뚜껑과 손잡이와의 접속

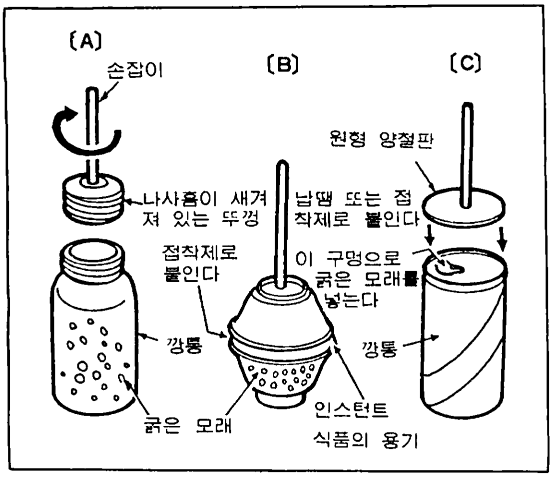


그림 3-29 마라카스의 조립

음색이 상당히 좌우되는 것 같다. 흔히 콩이라든가 쌀 같은 것을 넣는 모양이지만, 필자가 여러 가지로 시험해 본 결과로는 굵은 모래가 가장 좋은 것 같았다.

이 굵은 모래는 금붕어 등 수조에 사육할 때 바닥에 넣는 굵은 모래(지름 3~5㎜)로서, 백화점 등의 열대어나 관상용 식물의 판매코오너 등에서도 팔고 있다.

이 굵은 모래를 용기 속에 넣을 경우, 어느 정도로 넣는 것이 적당할까. 가늠으로서는 용기체적의 약 1/10 정도가 적당한 것 같다. 용적이 300㎤인 케이스라면 모래의 양은 30㎤ 정도의 양이 된다. 큰 스푸운으로 약 5개 정도일 것이다.

마라카스의 조립

마라카스에는 반드시 손잡이를 붙인다. 마라카스를 흔들어 소리를 낼 때, 용기를 직접 잡으면 용기의 진동 에너지의 일부가 손에 흡수되어 버리기 때문에 소리가 나빠진다.

그 때문에 마라카스의 용기 바닥에는 그림 3-27과 같은 손잡이를 붙이는데, 그 공작 방법은 그림 3-28을 보기 바란다.

이 그림의 〔A〕는 나사못으로, 〔B〕는 보울트너트로 고정시키는 고정법이다. 어느 경우에나 모두 마라카스는 손잡이를 잡고 세게 흔들기 때문에 와셔를 사용하여 용기와 손잡이가 튼튼히 접합되도록 붙인다.

손잡이용의 나무막대는 길이가 15cm, 굵기 2cmϕ 정도의 둥근 막대면 되는데, 둥근 막대가 없으면 각재를 목공용 줄이나 칼 등으로 잡기 좋은 모양으로 가공한다.

용기의 바닥에 손잡이가 붙었으면 다음에는 용기에 굵은 모래를 넣는다. 그림 3-29〔A〕와 같

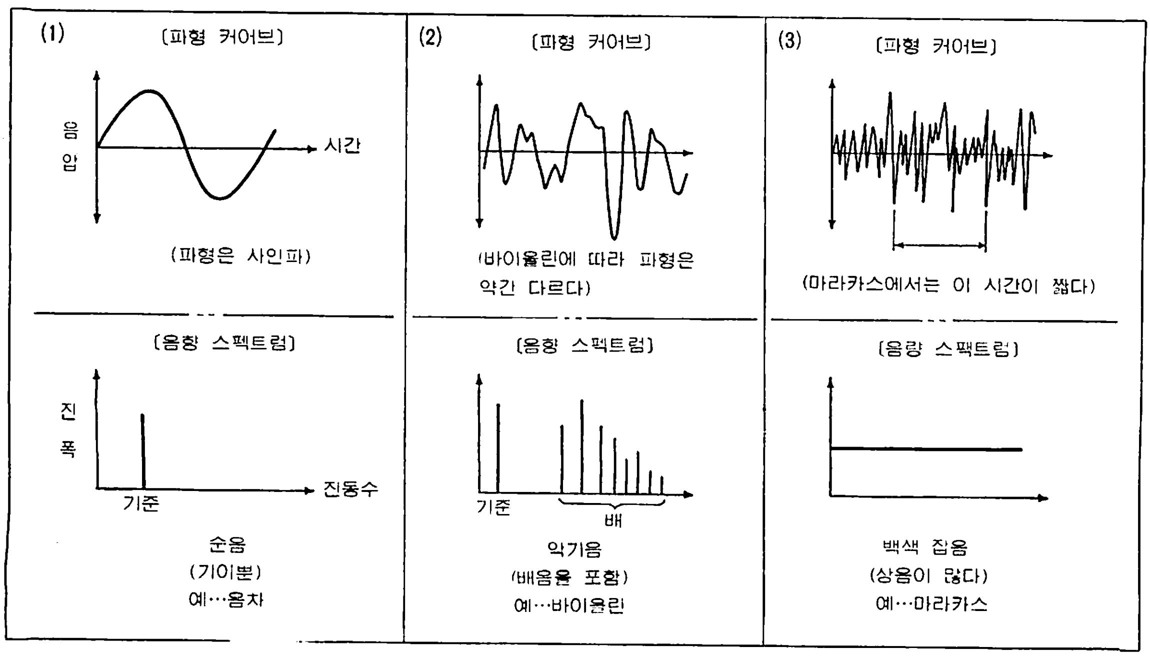


그림 3-30 여러 가지 소리

이 용기가 나사식의 뚜껑으로 되어 있는 깡통이면, 모래를 넣은 다음 손잡이가 붙은 뚜껑을 틀어 박으면 곧 마라카스가 완성된다. [B]와 같이 용기가 인스턴트 식품 용기 같으면 2개의 용기를 접착제로 붙인다.

발포재의 용기 같으면 목공용 본드면 되지만, 플라스틱의 스틸렌계 용기 같으면 본드 알론 알파 등의 접착제(금속 등도 잘 붙는다)가 좋을 것이다. 어쨌든 접착제가 마르고 접착이 끝날 때까지는 접착 부분의 주위 몇군데를 셀로판 테이프 등으로 임시로 고정시켜 두는 것이다.

또 [C]와 같은 깡통 윗면을 납땜으로 고정시킬 때는 큰 납땜인두(40W 이상)를 사용하고, 재질이 철판이면 페이스트라든가 염화아연의 용액을 묻혀 납땜하면 잘 된다.

마라카스의 소리를 내어 보자

완성된 마라카스의 외관은 메이커제의 마라카스만 못해 보이지만, 흔들어 보면 나는 소리가 개성적이고 상당히 좋은 소리가 난다. 마라카스 용기의 약간 밑부분에 콘택트 마이크의 소리를 받는 면을 접착(알다이트계 세메다인이 좋다)하고, 마이크 코오드(시일드선)를 앰프 단자에 접속하면 마라카스의 소리가 스피이커에서도 나게 할 수 있는 것이다.

앰프는 고음 레벨을 약간 높이듯이 하고 저음 레벨은 다소 낮추듯이 하면, 마라카스의 소리는 더욱 더 밝은 소리가 된다.

7. 징 글

징글이라 하면 크리스마스가 생각난다. 순록의 썰매에 탄 산타클로오스 할아버지는 징글을 울리면서 눈속을 달려 간다. 그러나 징글과 같은 악기는 북구에만 있는 것이 아니다. 동양에도 그와 흡사한 고전적인 리듬악기가 있었다.

징글의 발음체는

Anthony Kemp라는 영국인이 쓴 Fan to make music이라는 책에「자작 징글」이라는 것이 있었다.

징글의 소리를 내려면 몇개의 왕관(병의 뚜껑)에 구멍을 뚫고 거기에 철사를 꿰어 흔드는 것이다. 익살스럽고 재미있는 아이디어인데, 병마개가 아니라 공구점 등에서 시판되고 있는 와셔로도 대용할 수 있을 것 같다

또한 영국의 소년과 같이 자작 징글의 발음체는 병마개면 좋을 것이다. 여러분의 아버지께서 술을 좋아한다면 하루 한두개의 병마개는 자동적으로 수입이 될 것이다. 이 징글을 만드는 데 약 40개 정도가 필요하다.

그 밖에 어떤 재료가

병마개 외에는 좀 굵은 철사가 필요하다. 굵기는 2~3mmϕ의 아연 입힌 철선(#12, 2.6mmϕ)이 좋을 것이다. 그 다음은 안지름이 1cmϕ 정도인 알루미늄, 또는 철제 파이프가 30cm 정도, 그리고 손잡이용 나무 막대가 있으면 된다. 금속제의 파이프를 사용하는 이유로서는, 징글 발음체의 진동 에너지를 보다 잘 울리게 하기 위해서 소리를 받아들이는 콘택트 마이크를 장치할 경우, 이 파이프에 직접 고정시키도록 한다.

공작해 보자

먼저 발음체인 병마개에는 그 중심에 철사를 끼울 구멍을 뚫는다. 징글을 흔들 때 병마개가 상하로 미끄러지고 서로 부딪혀 소리를 내는데, 그러기 위해서는 구멍과 철사와의 마찰이 제로에 가까와야 한다. 그러기 위해서는 구멍의 지름을 철사 굵기의 2배 정도(약 5mmϕ)로 하는 것이 좋다.

구멍 뚫는 작업을 할 때 병마개를 직접 손으로 누르면서 뚫으면 병마개가 돌기 시작하여 다칠 위험이 따른다. 또 병마개를 바이스 등에 물리면 찌부러져 버리는 수가 있다. 이 작업은 두 사람이 협동으로 하는 것이 좋을 것이다.

2개의 집게나 플라이어 등으로 한사람이 양쪽에서 병마개를 누르고 다른 한사람이 구멍을 뚫도록 한다. 병마개는 약 40개 있으니, 천천히 느긋한 마음으로 작업을 진행시키기 바란다. 병마개의 뒤에는 패킹용의 코르크재 등이 붙어 있는데, 그것은 수고가 되더라도 모두 떼어 버리고 금속 부분만으로 해 두는 것이 좋다. 그렇게 하면 징글의 소리가 더욱 잘 나게 된다.

다음에는 지주 파이프의 공작이다. 이 파이프

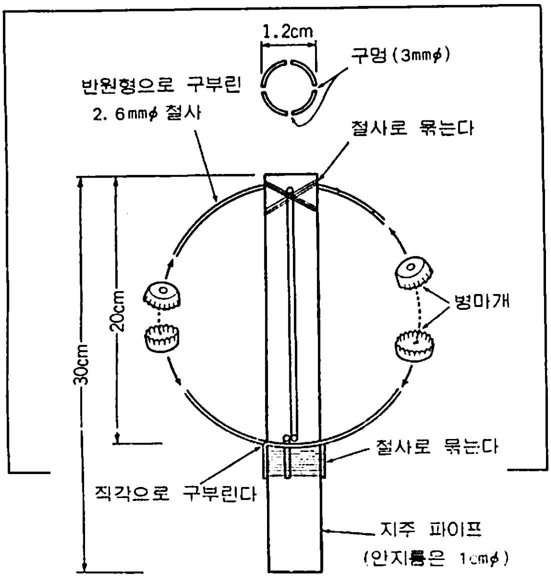


그림 3-31 징글의 조립 방법

에는 그림 3-33과 같이 파이프의 위쪽에는 4군데, 밑쪽에는 8군데 구멍을 뚫는데, 이 구멍은 끼울 철사의 바깥지름과 같은 정도(3 mmϕ)의 안지름이다.

이 위쪽 구멍에는 2조의 철사(길이 50cm)를 직교하도록 끼운 다음, 이 부분을 다른 가는 철사로 지주 파이프에 묶어서 고정시킨다. 여기까지의 작업으로 지주 파이프의 끝에서는 4개의 굵은 철사가 서로 교차되게 고정된 셈이 된다.

다음은 이 4개의 철사를 각각 길쭉한 반원꼴로 커어브시킨다. 각 철사에는 약 10개씩, 합계 40개의 병마개를 끼운다. 다음에는 철사 4개의 끝을 지주 밑쪽에서 구멍에 끼우고, 그 끝을 약 2 cm 정도 파이프를 따라 직각으로 구부린 후에 가는 철사로 지주 파이프에 묶어 고정시킨다.

그런 다음에는 이 지주 파이프의 끝 부분에 드라이버의 자루와 같은 모양으로 생긴 손잡이를 그림 3-34와 같이 고정시키면 자작 징글이 완성된다. 그 외관은 그림 3-35와 같은 모양이 된다. 이것은 이대로 상하로 흔들어도 상당한 음량으로 징글의 소리가 난다.

또 지주 파이프 중앙부의 안면에 콘택트 마이크를 접합(소리를 받는 면과 지주 파이프는 알다이트계 세메다인으로)하고, 그 리이드선을 앰프에 접속함으로써 스피이커에서 더 명확성이 좋은 징글의 소리를 낼 수 있다. 다른 멜로디 악기와의 합주에 이 징글 소리가 가해지면, 곡에는 액센트가 붙어 밴드의 멜로디가 한결 더 아름다워질 것이다.

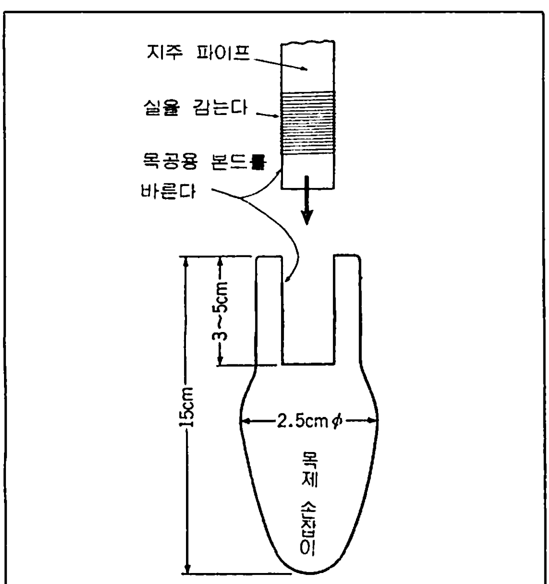


그림 3-32 지주 파이프와 손잡이의 접합

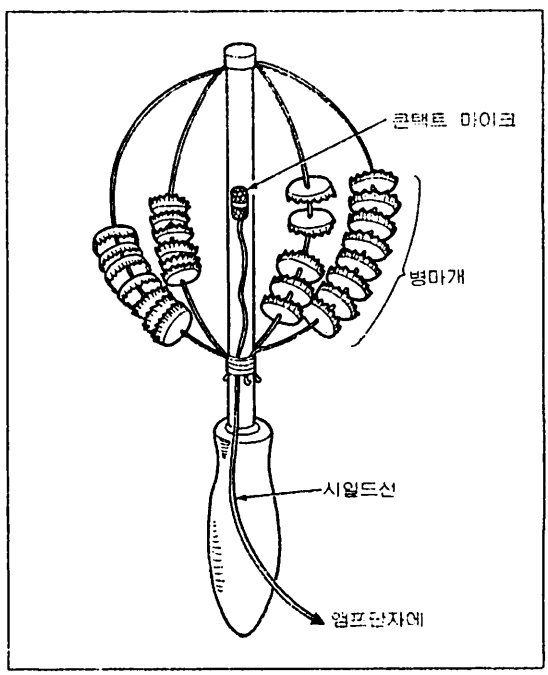


그림 3-33 자작한 징글

4 보우컬 마이크로 소리를 포착하자

1. 마이크의 종류
2. 마이크의 사용법
3. 카주우
4. 철금(글로켄)
5. 드럼
6. 심벌즈
7. 팡의 피리
8. 리코오더
9. 전기 하아모니카를 창작하자

4. 보우컬 마이크로 소리를 포착하자



이 장에서는 여러 가지 악기의 소리를 보우컬(음성적)로 포착하고, 그 음성신호를 전기 악기의 소리로서, 스피이커에서 울리려는 것이다. 보우컬로라는 것은, 악기 가까이에 마이크를 세트하여 공기에 전해진 악기의 소리를 음파의 형식으로 포착하는 것이다.

그러나 이 경우, 보통의 생녹음 재생 등과 달라 어디까지나 그 음악의 소리를 스피이커에서 악기의 소리로서 내는 것이 목적이다. 그리고 스피이커에서 낸 소리는 그 악기의 소리를 직접 듣는 것보다 박력이 있고, 그 소리의 특징을 살린 아름다운 소리로 되지 않으면 의미가 없다.

마이크나 앰프, 스피이커 등을 사용함으로써 그 악기의 소리가 음색이나 음량이 모두 생악기(어코오스틱 악기) 그대로는 얻을 수 없는 이른바 「엘렉트릭 사운드」를 내고 싶은 것이다.

1. 마이크의 종류

한마디로 마이크라 하지만, 그 분류방식에 따라 여러 가지 구별을 할 수 있다.

마이크의 형은

우선 마이크에 입력되는 음파가 어떤 방식으로 전기신호로 변환되는가.

말하자면 발전기구의 차이에 따라 분류하자.

① 다이내믹 마이크

가장 많이 쓰이는 마이크이다. 음성진동한 공기가 매우 얇은 플라스틱제 필름(필름이란 얇은 막이라는 뜻)의 다이어프램(진동막)에 닿으면, 그림 4-1에서 보는 것과 같은 다이어프램은 공기에 의하여 진동한다. 이 다이어프램에는 매우 가는 전선을 감은 코일이 붙어 있기 때문에 이 코일도 다이어프램과 함께 진동하게 된다.

이 코일은 포울 피이스와 마그넷의 좁은 간격으로 유지되며, 주위가 강한 자장으로 되어 있다. 그 때문에 이 코일이 다이내믹하게 (동적으로) 진동하면 코일은 강한 자장의 자력선을 직각으로 끊어, 기전력이 발생하며 전자유도 전류가 생긴다.

이 기전력은 코일의 진동(즉, 다이어프램의 진동)과 비례되어 있기 때문에 음파의 진동에 대응한 기전력을 얻을 수 있다.

이 다이내믹 마이크는 다른 마이크에 비해 기구적으로도 견고하고 쓰기 쉬운 마이크이다. 최근의 기술은 다이어프램이나 코일을 포함하여 매우 가벼운 진동체를 만들 수 있기 때문에 상당한 f특성(주파수 특성)을 가진 다이내믹 마이크가 보급되어 있다.

② 콘덴서 마이크

이 마이크는 이론적으로 다이내믹 마이크보다 우수하다.

그림 4-2에서 그 구조를 보면 다이내믹과 달라, 다이어프램의 진동으로 기전력과 같은 것은 발생하지 않는다. 진동에 의한 변위는 다이어프램(도전성을 가짐)과 그 뒷면에 있는 고정 전극간의 용량변화로 되어 나타날 뿐이다.

다이내믹 마이크는 다이어프램의 진동에 의하여 코일에서 앰프로 유도전류가 흘러 나오면, 그 유도전류에는 다이어프램의 진동에 브레이크를 거는 작용이 생긴다. 그 때문에 다이어프램이 아주 자유로이 진동하려는 것에 제한을 받고, 이

상적인 f특성을 갖게 하는 것이 이론상으로는 무리하게 된다.

콘덴서 마이크는 유도전류 등이 일어나지 않기 때문에 염려가 없지만, 다이어프램의 질량에 의한 관성의 문제로부터는 벗어날 수 없다. 이 점은 다이내믹 마이크도 마찬가지지만, 다이어프램의 질량을 완전히 0으로 할 수는 없다. 그러나 이런 점을 제외하면 콘덴서 마이크가 가장 우수한 f특성을 갖게 할 수 있는 마이크라고 할 수 있다.

그러나 이 마이크의 결점은, 다이어프램의 진동을 용량변화로 대치할 수 있다는 것은 전술한 바와 같지만, 이 용량변화만은 음성신호가 되지 않는다. 그 때문에 이와 같은 마이크에는 마이크 외에 전원을 필요로 한다. 이 전원으로 마이크의 외부에서 마이크 내부의 전극에 높은 전압을 가하지 않으면 작동하지 않는다.

그래서 그림 4-2와 같이 작동시키면, 마이크의 콘덴서 용량이 변화하기 때문에 거기에 대응하는 그 충방전 전류도 변화한다. 이 전류 변화에 따라 음성의 전기신호를 얻을 수 있다.

이 신호의 임피이던스는 매우 높고(10^{8}Ω 정도) 좀 취급하기 곤란한 것이 난점이라 할 수 있다.

최근에는 이 콘덴서 마이크 중에서도 엘렉트릿형의 콘덴서 마이크(그림 4-3라는 것이 나와 있다. 이 마이크는 다이어프램과 전극 자체를 반영구적으로 대전화시킨 것으로서, 이것을 FET 트랜지스터 회로에 짜 넣은 것이다. 대전화에 의하여 마이크 전극에 가하는 고압의 외부전원은 필요가 없게 되고, 전원은 FET 회로를 작동시킬 정도의 낮은 외부전원(약 1V 정도)만 있으면 되는 마이크이다.

형도 1 cmφ×2 cm로 매우 작고, 음질도 명확성이 좋은 깨끗한 f특성을 가진 마이크이다.

마이크의 종류에는 이 밖에,

③ 크리스털 마이크
④ 리본 마이크
⑤ 마그네틱 마이크
⑥ 카아본 마이크

등 여러 가지형의 마이크를 알고 있다. 그러나 이 장에서 사용하는 마이크는 음질이나 가격 등에 있어서 주로 다이내믹 마이크와 엘렉트릭형의 콘덴서 마이크이다.

마이크의 임피이던스는

다음에 마이크 출력의 임피이던스에 따라서 마이크를 분류해 보자.

마이크의 임피이던스(신호주파수에 따라 저항값이 달라지는 코일이나, 콘덴서 등을 포함한 합성저항을 말한다)는 1kΩ을 경계로 하여 그보다 값이 낮은 것을 로우 임피이던스형(거의 600Ω)이라 한다. 또 임피이던스가 1kΩ보다 높은 마

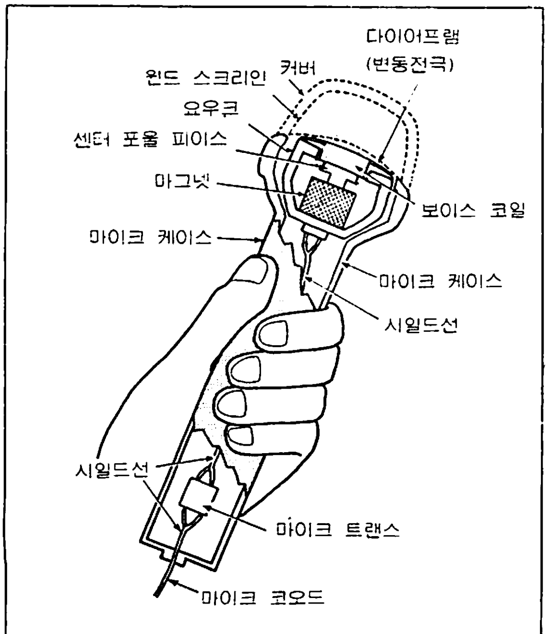


그림 4-1 다이내믹 마이크 단면도

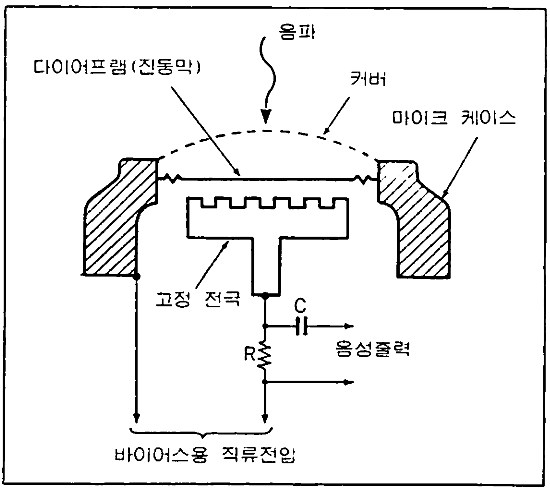


그림 4-2 콘덴서 마이크 단면도

이크(10kΩ~50kΩ짜리가 많다)를 하이 임피이던스형의 마이크라 하여 감도가 높게 되어 있다.

그러나 이 하이 임피이던스 마이크는 마이크 코오드를 길게 늘리거나 하면, 고음역이 내려가고 잡음 등도 포착하기 쉬운 결점이 나타난다.

2가지 형의 마이크를 비교하면, 로우형이 하이형보다 더 쓰기 좋지 않을까. 뿐만 아니라 마이크에 따라서는 하이·로우의 전환스위치를 갖추어 임피이던스가 고·저 양용인 것도 있다.

또 마이크를 앰프에 접속할 경우, 앰프의 입력단자에 로우·하이의 구별이 있는데, 마이크의 출력 임피이던스와 일치시킬 필요가 있다. 만일 하이 임피이던스의 마이크를 앰프의 로우 임피이던스용 입력단자에 접속하면 고감도의 신호출력이 입력단자 부분에서 단락에 가까운 상태가 되어 버리기 때문에 스피이커에서는 소리가 별로 나지 않는다.

이와 반대로 로우 마이크를 하이의 입력 단자에 접속하면 소리는 나지만, 역시 본래의 소리를 내게 할 수는 없다. 어쨌든 마이크의 임피이던스와 앰프 입력의 임피이던스가 정확하게 매치되지 않으면 에너지를 주고 받는데 손실이 생겨, 효율이 좋은 신호전달이 되지 않게 되므로 주의한다.

마이크의 지향성은

마이크는 그 주위의 소리를 그 방향에 따라 어떤 감도로 포착하는가를 나타내는데, 지향성이

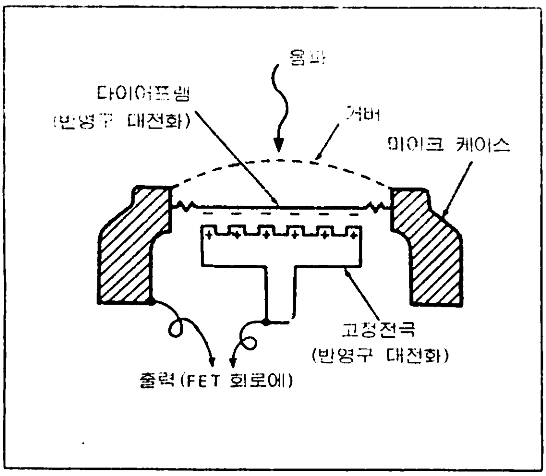


그림 4-3 엘렉트릿형의 콘덴서 마이크

라는 표시가 사용된다. 이 지향성을 크게 나누면 단일지향성, 무지향성, 쌍지향성의 3종류로 나눌 수 있다(그림 4-4).

먼저 단일지향성의 마이크를 보면, 마이크의 앞쪽에서 오는 소리는 감도가 좋고, 그 반대방향으로부터의 소리는 감도가 둔한 마이크이다. 따라서 특정한 한 악기의 소리만 깨끗이 포착하려고 할 경우에는 매우 편리한 마이크라 할 수 있다.

또 단일 지향성 마이크에는, 지향성이 특히 날카로운 초지향성 마이크로 불리는 것도 있지만, 값이 비싼 마이크로서 아마추어에게는 좀 부적당한 것 같다.

또 한 방향으로부터의 작은 소리를 효율적으로 모으기에는 그림 4-5와 같은 포물면을 가진 집음기를 사용하는 방법도 있다. 이것은 포물면의 초점 위치에 마이크를 향한 것으로서, 멋진 시판품도 있다. 그림 4-5와 같이 대형의, 운두가 얕고 바닥이 둥근 냄비를 사용하여 자작할 수도 있을 것 같다.

다음에는 무지향성 마이크인데, 이 마이크는 마이크의 방향에 관계 없이 주위의 소리를 같은 정도로 포착할 수 있는 마이크이다.

여러 개의 악기 소리를 집음하거나 방의 잔향 등을 풍부하게 모으거나 할 경우에 알맞은 마이크이다. 그러나 무지향성 마이크는 마땅히 스피이커로부터의 소리도 포착하기 쉬우므로 하울링의 방지에는 특히 배려할 필요가 있다.

끝으로 쌍지향성 마이크는 양방향성 마이크라고도 한다. 그 특성은 단일지향의 마이크 특성을 앞뒤로 놓아 놓은 것 같은 감도특성을 가지고 있다. 따라서 2개의 악기를 집음할 경우에는, 이들 악기 사이에 이 마이크를 세팅함으로써 이와 같은 마이크의 특색을 활용할 수 있다.

2. 마이크의 사용법

여러 각도에서 마이크의 종류와 f특성을 고찰했으니, 그러한 마이크를 살리기 위해서 마이크를 어떻게 택하면 좋은가 하는 것은 이해하였을 것으로 믿는다. 그래서 이와 같은 마이크를 실제로 사용하는데는 어떤 문제가 있고, 어떤 점에

주의하여 취급해야 되는지에 대하여 서술하기로 한다.

마이크의 위치는

마이크로 악기의 소리를 포착하는데 첫번째로 문제가 되는 것이 마이크의 집음위치일 것이다. 옥내에서 집음할 때 배려해야 될 것은 방의 크기나 방의 재질 등에 영향을 받는 잔향의 문제가 있다.

잔향의 크기를 나타내려면 잔향시간의 길이로 그 표시를 하는데, 잔향시간이란 소리가 그 방의 벽 등에 반사를 거듭하면서 감쇠되어 갈 때, 최초 강도의 10^{-6}, 즉 60dB 작아질 때까지의 시간이 된다.

스피이치 등에서는 그 방의 잔향시간이 0.6초 정도일 때 그 음성을 가장 알아듣기 쉽다고 한다. 그러나 악기 소리에서는 그 잔향시간이 좀 더 긴 것이 좋은 모양이다. 그 길이는 악기 종류에 따라서도 다르지만, 현악기에서 0.8초 정도, 오르간등에서는 1.2초 정도가 좋다고 한다.

따라서 옥외 등에서 악기음을 포착할 때는 주위에 반사물이 없기 때문에 잔향 시간이 극단적으로 짧아지므로, 앰프쪽에서 리버어브를 많이 걸지 않으면 그 악기 소리가 아무래도 미흡한 소리로 되어 버린다.

다음에 악기와 마이크의 위치 관계에 대해 생각해 보자.

단일 지향성 마이크를 사용할 때, 일반적으로는 악기에 가까운 위치에서 악기로부터 직접음을 포착하지 않으면, 포착한 소리가 흐릿해지기 쉽고 소프트해지기 쉽다. 그것은 악기로부터 떨어진 위치에 마이크를 놓을수록 잔향음을 많이 포착하기 때문이다.

그러나 마이크를 너무 악기 가까이에 두면 악기의 소리만 너무 강조되어 날카로운 느낌이 과해져, 좀 부자연스러운 감을 주게 된다. (하기야 이것은 느끼는 방식의 문제로서, 개인의 자유로운 취향이기 때문에 일률적으로 말할 수는 없지만).

또 마이크는 사람의 귀 역할을 하는 것이지만 귀와 다른 점은 선택청취의 능력을 가지고 있지 않은 것이다. 그 때문에 마이크에 포착되는 소리를 어떤 소리든 선택하지 않고 받아들이는 것이다. 관악기 등에서는 소오스에 마이크를 너무 가까이 들이대면 악음 이외의 잡음적인 소리까지 포착하는 경우가 있다.

그와 같은 경우, 스펀지제의 바람막이용 윈드스크리인을 착용하면 상당히 좋은 결과를 얻을 수 있다.

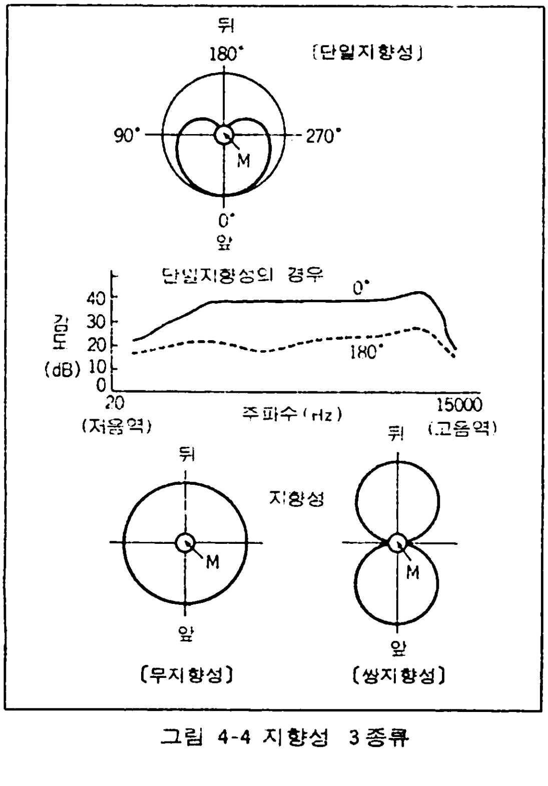


그림 4-4 지향성 3종류

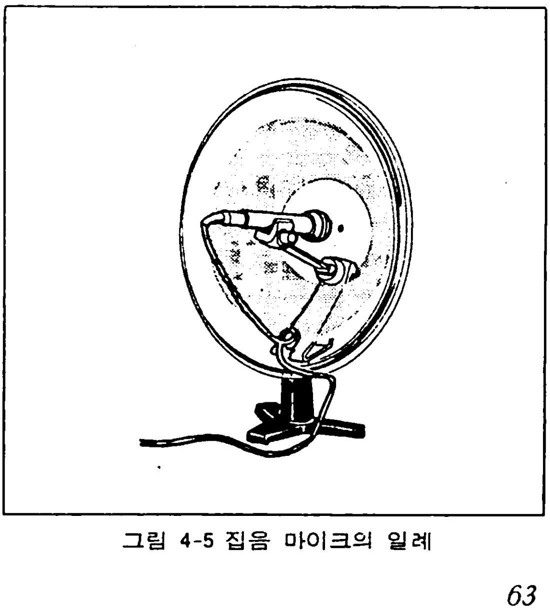


그림 4-5 집음 마이크의 일례

포착 방식은

포착하는 악기음의 음질은 마이크를 악기에 접근(ON이라 한다)시켰다 떼었다(OFF라 한다) 함으로써 그 음색이 변화한다. 그 이외에 집음하는 마이크의 갯수에도 관계가 있는 것 같다.

마이크 1개의 모노럴 집음과 복수 마이크의 멀티 집음에서는 포착한 소리가 어떻게 달라질까(그림 4-6).

모노럴 집음은 앞에서 말한 바와 같지만, 멀티 집음에서는 이를테면 2개의 마이크를 사용할 때, 1개의 마이크는 소오스 가까운 곳에 놓고 악기로부터의 직접음을 강조하여 집음한다. 또 다른 1개는 악기에서 오프의 위치에 세트하여 악기음과 그 잔향음을 가한 소리를 포착하도록 하는 것이다.

그리하여 이들 2개의 마이크 출력을 믹스하면 모노럴 집음으로는 얻을 수 없는 깊이 있는 느낌을 주는 악기음을 집음할 수 있는 것이다. 다만 2개의 마이크 출력을 알맞게 합성하기 위해서는 그림 4-6(B)와 같이 믹서 앰프가 필요해진다.

그러나 믹서 앰프는 제6장에서도 서술했지만 비교적 간단히 자작할 수 있기 때문에 모노 마이크뿐 아니라, 멀티 마이크 방식도 꼭 시험해 보기 바란다.

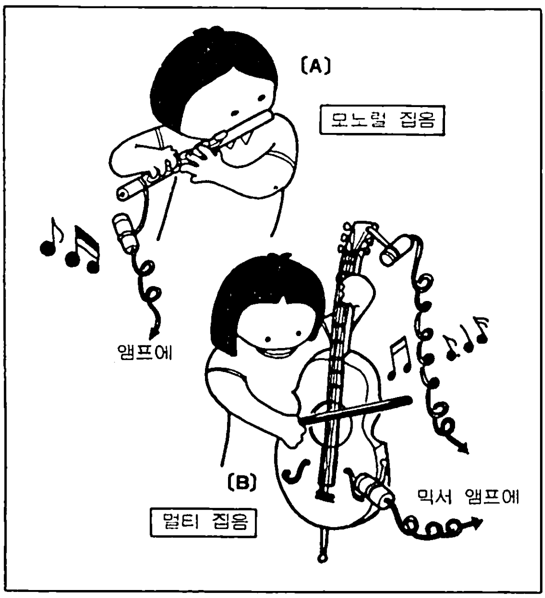


그림 4-6 악기 소리를 집음한다

그런데 생악기의 소리를 포착하는 마이크의 세팅에 대하여 여러 가지로 고찰해 왔다. 이 방식을 전기악기에 응용하려면 마이크 자체를 악기에 어떻게 마운트시키고, 어떻게 일체화시켜 나가면 좋을까. 여러 가지 악기에 대하여 그 구체적인 공작이나 실험방법 등을 서술해 본다.

3. 카주우

쉽게 만들 수 있는 장난감 악기 카주우를 보자. 카주우는 누구나 만들 수 있고, 간단히 연주할 수 있는 악기이다.

카주우의 구조

악기점 등에서 시판되고 있는 미제 카주우를 보면 그림 4-7과 같은 모양으로 되어 있다. 전체는 양철로 만들어졌고, A부분에 입을 대고 허밍으로 노래하듯이 불면 B부분의 바닥에는 얇은 종이가 붙어 있기 때문에 그것이 목소리와 함께 떨려 노래하는 목소리가 다른 음질의 목소리로 되어 울리는 것이다.

이 악기는 악보 등을 읽지 못하는 사람이나, 악기 등을 다루어 본 경험이 없는 사람이라도 노래만 부를 줄 알면 불 수 있다. 이 연주는 노래를 부르거나 휘파람을 불거나 하는 것과는 다른 재미가 있다.

그럼 전기악기 카주우에 앞서 카주우 본체만을 만들어 보자.

테스트 실험

준비할 것은 트레이싱 페이퍼와 같은 얇은 종이가 필요하다. 이 종이는 파라핀지가 가장 좋다. 이 반투명의 얇은 종이를 여기서는 IB 페이퍼라 부르기로 한다.

다음은 왼손의 집게손가락과 가운데 손가락을 약 40° 정도로 벌리고, V자로 벌린 손가락의 크기에 맞추어 역사다리꼴로 IB페이퍼를 자른다. 자른 IB페이퍼는 그림 4-8과 같이 셀로판테이프로 2개의 손가락에 고정시킨다.

그럼 이 IB페이퍼에 입술을 대고 허밍으로 노래를 불러 보자. 성대의 기본 진동수와 같은 진

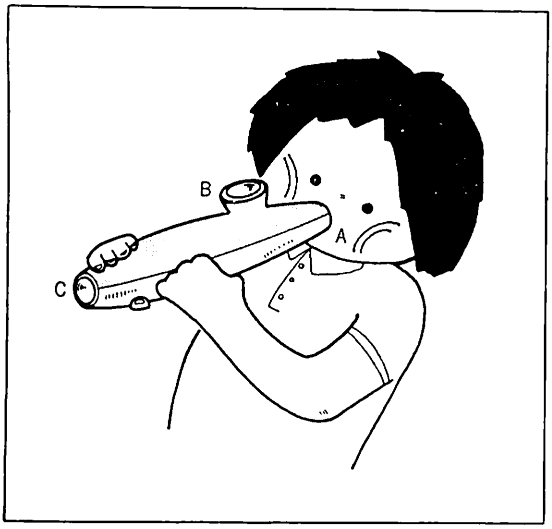


그림 4-7 카주우를 불자

동수로 이 IB페이퍼가 진동(기본진동)한다. 음색은 허밍의 음성과는 좀 다른 소리로 들릴 것이다. 이것이 카주우의 소리이다. 이 소리로 생각나는 것은, 여러분도 어렸을 때 문(한옥 문) 종이에 입술을 대고 노래를 불러 종이를 울려본 추억이 있을 것이다.

카주우의 소리를 내는데는 이 밖에도 실전화기형이 있다. 그림 4-9와 같이 실전화와 다른 점은 실이 없고 통의 주위에 작은 구멍(지름이 3mmφ 정도)을 몇개 뚫어 숨을 내쉬는 것이다. 이와 같은 것이라도 허밍으로 노래하는 음성보다 약간 큰 소리로 들리는 것은, IB페이퍼의 면적이 사람의 성대보다 진동면이 약간 크기 때문에 주위의 공간에 소리의 진동 에너지를 전달하기 쉽기 때문이라고 생각된다.

또 이 IB페이퍼는 고무밴드 등으로 통에 고정되는데, 그 팽팽한 정도에 따라 IB 페이퍼가 울리는 진동 범위가 달라지는 것 같다. 일반적으로 IB 페이퍼를 팽팽하게 치면 칠수록 높은 음역으로 울리기 쉽고, 숨구멍의 수나 크기에는 별로 영향이 없다.

카주우의 제작법은

그럼 본격적인 카주우를 만들어 보자. 그 모양은 악기다운 형태로 만들기 위해서 트럼펫형의 카주우로 한다. 말하자면 카주우 트럼펫이라 할까(그림 4-10).

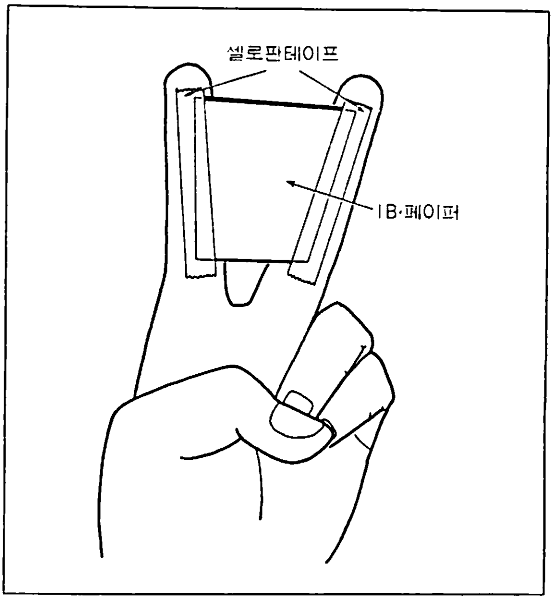


그림 4-8 IB 테이퍼를 진동시키자

준비할 재료는

수도공사 등의 배관용으로서 시판되고 있는 바깥지름이 18mmφ(안지름 13mmφ)인 염화비닐 파이프가 약 50cm 정도 필요하다. 거기에 같은 염화비닐제로서 위에 말한 파이프용의 T형 이음매(엘보우라 한다) 1개, 그리고 같은 파이프용의 이형 소켓이라는 이음매를 구한다. 수도공사용 부품을 취급하는 상점에서 구하면 된다.

파이프의 가공법은

그림 4-11과 같이 길이 50cm의 파이프를 쇠톱으로 3부분으로 절단하는데, 파이프 오르간의 파이프와 같이 꼭 엄밀한 길이로 할 필요는 없다. 일례로서 AB=7cm, E부분=3cm, GH=40cm 정도가 된다. 어쨌든 AB<GH와 같이 입쪽

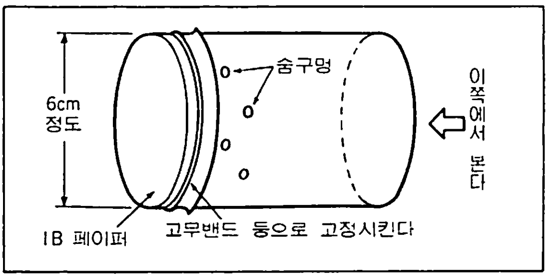


그림 4-9 실전화식 카주우

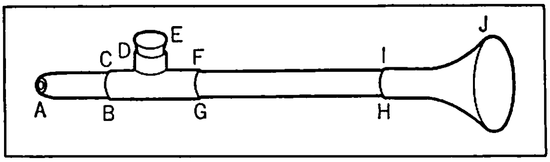


그림 4-10 카주우 트럼펫

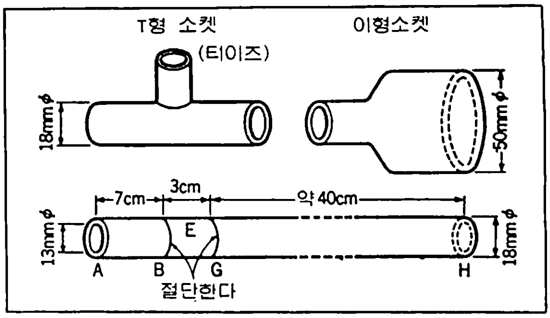


그림 4-11염화비닐관의 치수

의 파이프가 나팔쪽 파이프의 길이보다 짧게 되어 있어야 한다.

이 카주우 트럼펫은 그림 4-12와 같이 5개의 부분으로 나누어져 있다. 이와 같은 부분은 각각 염화비닐 제품용의 접착제로 접착하면 된다. 그러나 접착제를 사용하지 않고 파이프를 이음매의 구멍에 꼭 끼워 넣기만 해도 된다.

각 부분의 가공은

파이프의 AB 부분은 A쪽을 입에 물고 연주하기 때문에 파이프 끝의 주위는 줄로 쓸어 끝으로 갈수록 가늘게 만든다(그림 4-13).

다음에는 이형 소켓 IJ 부분의 가공이다. 굵은 지름의 J쪽은 그대로의 형태가 아니라 나팔형(호온형)으로 하는 것이 음향적으로 유리하다. 그 때문에 J쪽의 벌어진 구멍의 끝 부근을 가스곤로의 불로 조금씩 눋지 않게 가열하여, 구멍의 끝이 연하게 되었을 때 찻잔의 밑바닥으로 누른다(그림 4-14).

열린 구멍 끝의 J쪽이 찻잔 모양으로 벌어진 곳에 냉각되기를 기다렸다가 찻잔을 떼면 나팔 모양의 호온이 된다. 호온은 그 안팎에 사포질을 해 둔다. 이것으로 A부터 J까지의 관이 만들어졌는데, 이 관의 A부터 I까지는 같은 굵기의 파이프라고 보아도 좋을 것이다.

그러나 IJ 부분에서는 단면이 급격히 굵어지고 소리가 관 밖으로 방사되기 쉽게 되어 있다.

진동부의 가공은

카주우에서 가장 중요한 부분은 E의 진동 부분이다. 파이프 E 부분보다 약간 큰 IB 페이퍼를 준비하고, 그 위에서 파이프 E 부분을 구멍 D에 페이퍼째 조금씩 밀어 넣으면서 가라앉힌다. 그림 4-15와 같이 IB페이퍼는 파이프 E의 바닥 부분에 씌워진 상태로 D의 구멍에 끼워 넣어지면 된다.

파이프 E의 윗부분은 J끝을 넓힌 수법으로 약간 호온 모양으로 해 두는 것이 음향적으로 가장 좋다. 이것으로 카주우 트럼펫의 본체가 완성되었다.

전기악기 카주우로 개조해 보자

카주우 본체의 공작이 끝났으니, 다음에는 이 카주우의 소리를 스피이커에서 울리도록 하자. 그러기 위해서는 카주우의 소리를 어디서 포착하는 것이 가장 효과적일까.

카주우에서 나는 음파를 고려해 보면서 공기의 입자 속도가 가장 맹렬하고 큰 곳이 어딘가 하면, 그림 4-10에서, 파이프 E와 호온 J의 부근이 아닐까. 그 때문에 마이크는 이 부분에 설치해 보는 것이 좋다. 마이크를 몇개 사용하느

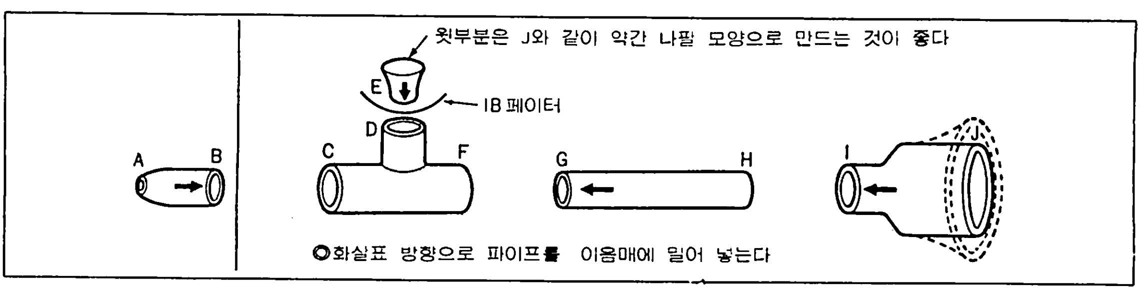


그림 4-12 각부의 가공

냐로 그 상태도 달라지지만, 마이크 2개로는 그림 4-16과 같이 세트해 보자(1개일 때는 어느 한쪽을 사용하면 된다).

사용하는 마이크는

마이크는 카주우가 악기 자체로서 별로 크지 않기 때문에 소형 엘렉트릿형의 콘덴서 마이크가 좋을 것이다.

이 마이크는 다른 마이크와 달라, 마이크로부터 리이드선이 3개 나와 있다. 3개의 내역을 보면, 시일드선으로 2개분과 별도로 비닐 피복의 단선이다.

이 단선에는 AAM 전지(1개)의 +극에서 스위치를 거쳐 +전위를 걸어 둔다. 시일드선에는 마이크 출력이 나와 있다. 심선이 이른바 호트쪽이고 바깥쪽의 편선이 어어드쪽이다. 이 편선은 전원의 −전위를 거는 리이드선을 겸하고 있다.

그러면 이 마이크를 카주우 본체에 고정시켜 보자. E부분 부근에 고정시키는 마이크 같은, 파이프 D에 마이크째 밴드를 걸어 고정시키면 어떨까. 밴드에는 폭 5㎜ 정도의 놋쇠판을 사용하면 깨끗하게 고정시킬 수 있다. 그러나 간단히 처리하기 위해서는 접착 테이프나 실로 마이크를 파이프 D와 직접 동여매어도 될 것이다.

또 J 부근의 마이크 Z는 같은 식으로 놋쇠판의 밴드로 호온에 비스로 고정시키면 된다. 더 간단하게 하려면 접착제 등으로 접착하여 고정시켜도 된다. 호온 부분의 나팔 끝 가까이에 접착, 마이크의 지름과 동등한 구멍을 뚫고 그 구멍에 마이크를 끼워 넣어 고정시키는 것도 좋다.

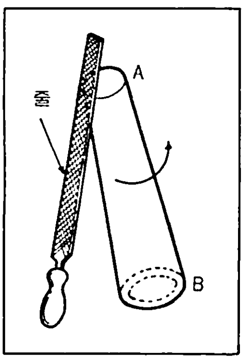


그림 4-13 부는 곳.
A를 가늘게 한다

고정한 마이크로부터의 리이드선(마이크 코오드)은 카주우 본체의 파이프에 덧붙여 리이드선이 요동하지 않도록 군데군데 비닐 테이프로 감아 둔다. 콘덴서 마이크용의 코오드는 3개분이 1체화된 3심용의 시일드선을 사용하면 편리하다. 이 마이크 코오드의 끝은

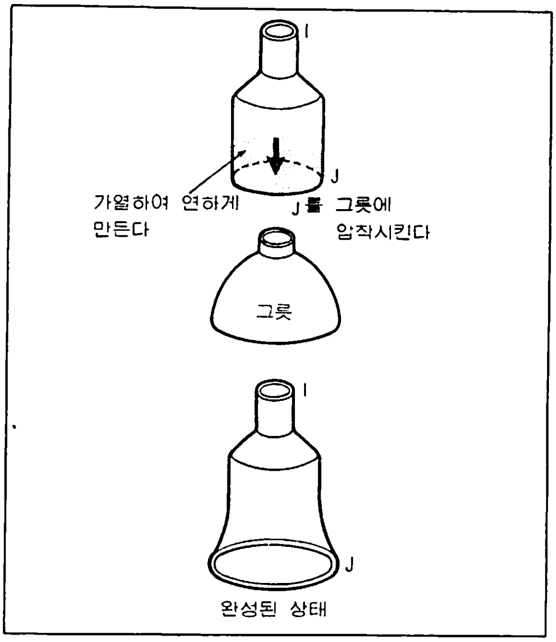


그림 4- 14 호온의 제작법

앰프의 색에 맞추어 플러그를 붙여 둔다. 또 마이크용 전원의 AAM 전지, 스위치(마이크 사용 후는 OFF로 한다) 등도 앰프 가까이 놓을 수 있도록 배선한다.

음의 조정은

이제 스피이커에서 카주우의 소리를 나게 하여 음의 조정을 해 보자. 앰프의 이득(게인)을 적당히 세트하여 카주우를 불어 본다. 스피이커에서는 카주우 특유의 소리에 엘렉트로닉스의 향기가 가해진 소리가 한결 박력 있게 울릴 것이다. 앰프의 토운 콘트롤을 가감하여 좋아하는

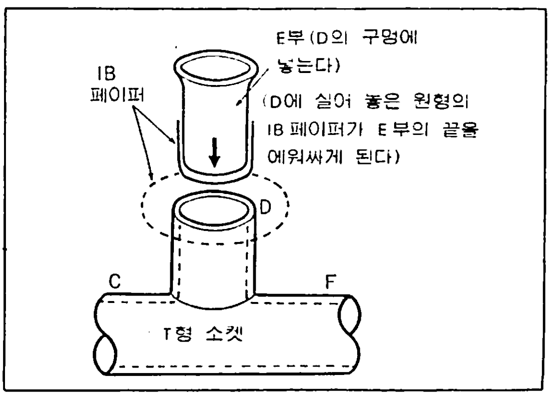


그림 4-15 부는 쪽, 진동부의 가공

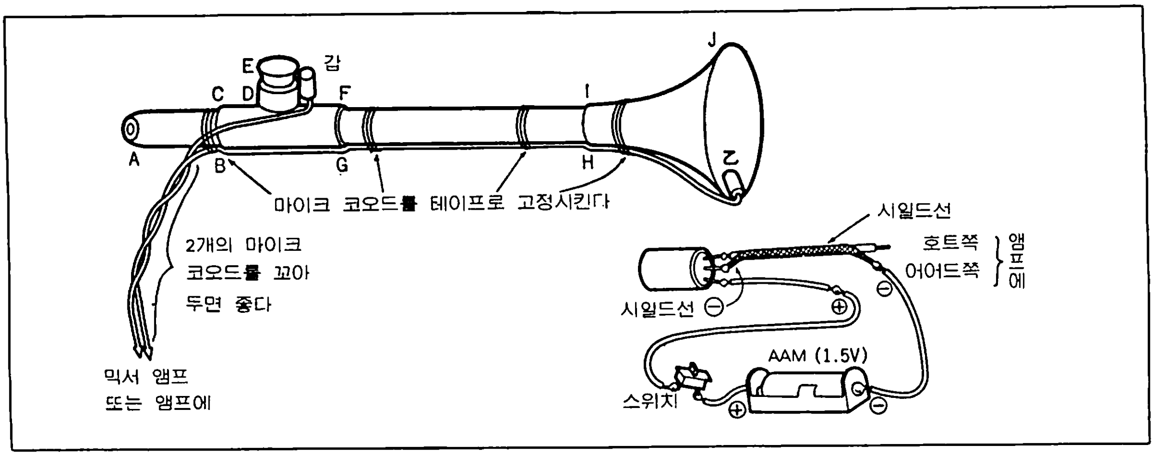


그림 4-16 카주우 소리를 마이크로 포착한다

음색을 결정한다. 카주우만의 소리보다 훨씬 더 재미있는 음색은 전기악기로 만든 카주우가 아니면 맛볼 수 없는 것이다.

울리는 상태의 조정은 카주우를 불었을 때, 그 음역 전부가 카주우의 IB페이퍼에 울리고 있는지를 점검한다.

페이퍼의 울리는 상태가 불충분한 경우는 E파이프를 D 구멍에 넣을 때의 깊이에 따라 IB 페이퍼의 팽팽한 정도를 달리하여 조정한다 (그리고 IB 페이퍼는 울리는 상태가 일정한 곳에서 E 파이프의 바닥 부분에 접착제를 사용하여 접착시켜 버리는 것이 좋을 것이다).

끝 손질은

염화비닐 파이프의 카주우 본체와 본체에 고정된 마이크 코오드 부분은 그대로도 좋지만, 래커 등으로 도장하면 시각적으로도 멋있는 카주우 트럼펫이 된다.

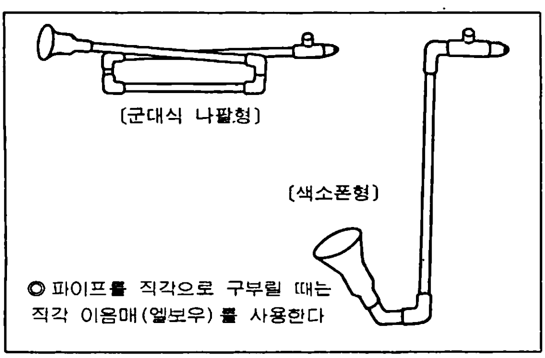


그림 4-17 변형된 형태의 카주우

또 카주우 악기의 모양도 트럼펫형뿐만 아니라 그림 4-17과 같이 파이프나 이음매 등을 조합시킴으로써 디자인이 독창적인 카주우를 연구해 보는 것이 어떨까. 파이프 길이의 모양이 바뀌면 스피이커에서 나는 카주우의 소리가 어떻게 변하는지 연구해 보는 것도 재미있을 것이다.

4. 철금(글로켄)

필자가 이 악기에 처음으로 눈을 돌린 것은 벌써 몇십년 전이다. 그 당시 소년의 손에 있던 악기라면 기껏해서 하아모니카 정도였던만큼, 쇳조각을 두드려 음계를 만들고 멜로디를 만들어 낸다는 것은 신기하기도 하고 퍽 인상적이었다.

그래서 이번에는 이 아름다운 소리를 스피이커에서도 내어 보려는 것이다.

철금의 아름다운 소리를 조사하기 위해서 그림 4-18와 같은 장치를 세트해 보았다. 매다는 것은 크기나 모양이 다른 스푸운이나 포오크다.

그럼 작은 해머로 스푸운을 가볍게 두드려 보자. 교회의 종소리 같이 아름다운 소리가 난다. 그림과 같이 울리는 소리를 마이크로 포착하여 스피이커에서 소리를 내어 보면, 그 아름다운 소리를 한층 더 잘 느낄 수 있다. 스푸운이나 포오크에서 어떻게 저런 맑고 아름다운 소리가 나는지 신기하게 느껴진다.

그것은 스푸운 등이 독특한 형태(두께나 곡면 등)을 가지고 있기 때문에 해머 등으로 치면 여러 가지로 배음을 많이 포함한 소리가 나기 때

문이다. 차임이나 철금의 소리 등도 그 속에는 몇 종류의 배음이 풍부히 섞여 있는 것이다.

두드려진 발음체가 비교적 긴 막대 같은 것이면 가로 진동을 하기 쉬우므로, 그 고유진동 중 기음의 양이 비교적 많아져서 일정한 피치를 가진 소리가 나기 쉬운 것 같다. 철금이 아름다운 소리의 멜로디 악기가 되는 비밀도 이 발음체의 형태에 있다.

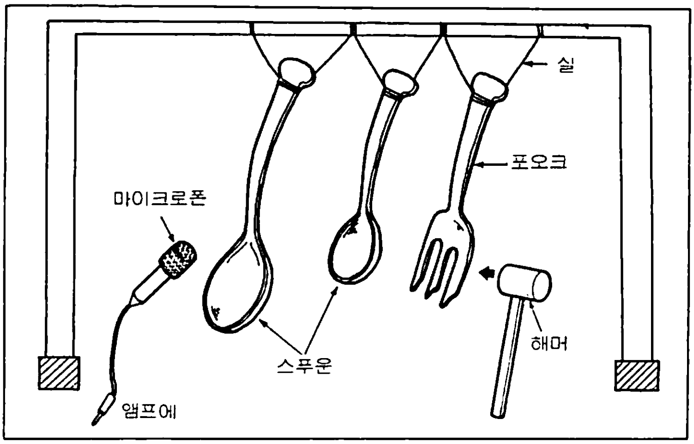


그림 4-18 금속음을 시험한다

철금을 만드는 재료는

철금 중에서 가장 중요한 부분은, 두드려지는 막대 모양의 금속 조각이다. 막대 모양의 발음체는 보통의 쇠막대보다 쇠 파이프로 된 것, 즉 철관 등이 더 좋다. 왜냐 하면 파이프가 막대보다 공기에 접해 있는 표면적이 크기 때문에 음의 방사효율이 좋아지고 울림이 크게 되기 때문이다.

필자는 이 철금 발음체의 소재로서, 낡은 등산용 소형 텐트의 철관 기둥(지름 1.5cm)을 사용해 보았는데, 두드려 보니 상당히 아름다운 소리였다.

파이프의 절단은

발음체의 쇠 파이프는 각각 어떤 길이로 절단하면 음계가 만들어질까. 스푸운의 실험에서 알 수 있듯이 긴 스푸운일수록 낮은 소리가 났다.

여기서, 각 쇠 파이프를 표 4-1과 같은 수치의 길이로 절단한 것을 길이 순으로 배열하여 두드려보니 1옥타아브의 음계를 만들 수 있었다. 표의 수치는 발음체의 재질이 쇠 파이프이든 쇠막대이든, 또 목금 등과 같이 나무막대이든 간에 이 길이로 음계가 만들어지는 것이다(음계는 상대적인 음계).

쇠 파이프를 절단할 때는 절단할 자리에 사인펜 등으로 표시를 해 놓고 그 선을 따라 쇠톱으로 자른다. 이들 8개의 쇠 파이프를 몇개의 쇠 파이프에서 잘라 낼 때는 각 길이대로 잘 맞추어 보고 내버릴 도막이 적게끔 머리를 써야 한다.

절단한 8개의 파이프로 도레미…의 소리는 낼 수 있었지만, 각 쇠 파이프는 아직 위치도 고정되어 있지 않고, 두드린 힘에 비해서는 울려 나오는 소리의 에너지가 작다.

소리의 울림을 크게 하려면

쇠 파이프의 소리를 그대로 마이크로 포착해도 되지만, 우선 음향적으로 쇠 파이프의 울림을 크게 하기 위해서는 어떤 아이디어가 있을까. 아이디어의 하나로서는, 희고 가벼운 발포 스티롤의 빈 상자를 울림상자로 하면 쇠 파이프의 진동 에너지가 상자에 전해져 의외로 큰 소리가 울려 나온다.

현악기의 현만으로는 큰 소리를 내기 어렵지만, 호리병 모양의 울림상자가 있으면 그 소리를 크게 울리게 할 수 있는 것과 같다(그림 4-19).

쇠 파이프나 현은 공기에 비해서, 그 음향 임피이던스가 매치되어 있지 않다. 표면적이 작은 현이나 쇠 파이프 등의 진동 에너지를 효과적으로 소리의 에너지로서 공기 속에 방출시키려면, 아무래도 면적이 큰 울림상자 등에 그 에너지를 전하여 방사효율을 좋게 해야 된다.

표 4-1 1옥타아브의 음계를 만들려면

음 계 명	도	레	미	파	솔	라	시	도
쇠파이프의 길이 (cm)	39	36.6	34.5	33.6	31.8	30	28.4	27.6

발포 스티롤 상자의 가공은

그럼, 그 울림상자를 만들어 보자. 상자는 25×40×10cm 정도되는 발포 스티롤의 빈 상자를 찾는다. 가까운 슈우퍼마아켓 등에 가서 잘 알아보면 좋은 것을 싼값으로(말만 잘하면 공짜로도) 구할 수 있을 것이다. 가공법은 **그림 4-20**과 같이 1.5cmϕ의 구멍(쇠 파이프의 지름을 1.5cmϕ로 하여)을 16군데 등거리가 되게 상자의 앞면과 뒷면에 뚫는 것이다.

부드러운 발포 스티롤재이므로 실톱의 톱니 등으로 그림과 같이 구멍을 잘라 내어도 된다. 구멍을 뚫을 부분을 미리 사인펜 등으로 표시해 두는 것이 작업을 정확하게 할 수 있고 공작하기 쉽다.

또 구멍의 밑 끝은 상자의 윗면에서 띄운 높이로 하고, 구멍의 윗면은 홈을 파 두는 것이 쇠 파이프가 보다 자유로이 진동할 수 있어 좋을 것이다.

다음에는 울림상자의 밑면을 가공한다. 상자의 밑면은 이 상자를 놓는 책상 표면에 꼭 붙여 앉히는 것이 아니라, 밑면의 네구석에는 **그림 4-21**과 같이 작은 발을 붙여 두는 것이 울림상자 전체로서 울림이 좋아진다.

소리를 울려 보자

발포 스티롤의 울림상자가 만들어졌으면, 각 쇠 파이프를 **그림 4-20**과 같이 상자의 각 구멍에 길이 순서(음계순)로 세트한다. 각 파이프는 구멍에 약간 쑥 들어가는 정도가 좋다.

이것으로 울림상자가 붙은 철금이 완성되었다. 쇠 파이프를 작은 해머로 두드려 보자. 울림상자가 없었을 때에 비해서 울림이 단연 좋고 음량도 커진다. 시판품 철금에 비해서 모양은 그다지 멋지다고 할 수 없지만, 울림은 자작한 철금이 발포 스티롤의 울림상자 덕분에 음질과 음량이 다 같이 우수할 것이다.

맬릿은

철금의 본체가 만들어졌으면 이 철금 본체를 두드리는 것(통칭 「북채」, 목금 등에서는 맬릿이라 한다)에 대해서도 생각해 두자. 철금에서는 이 맬릿으로 작은 해머를 사용해도 되지만, 이상적으로는 자루가 더 유연하고 탄력 있는 것이 바람직스럽다. 또 해머의 쇠 부분은 좀 더 가볍고 견고한 상태로 알루미늄 정도가 좋다.

그래서 **그림 4-22**와 같은 것을 만들어 보았다. 쇠 파이프를 두드리는 부분은 밤(매론)의 꽁무니이다. 무게와 견고성은 이 정도가 알맞지만, 계절적으로 밤이 귀할 때(시장에 가면 항상 있지만)는 호두 등도 좋다.

음정의 조정은

쇠 파이프의 굵기가 균일하고 **표 4-1**에서 보는 것과 같은 수치대로의 길이로 파이프가 절단되어 있으면 음계는 틀리는 일이 없다. 그러나 굵기가 다른 쇠막대나 공작상의 잘못으로 절단하는 길이에 오차가 생기는 경우에는 소리가 음계에서 벗어나는 수가 있다. 그 경우, 줄을 사용하여 **그림 4-23**(a), (b)와 같이 조율하여 정확한 음계가 되도록 조정하기 바란다.

조정과는 다른 것이지만, 파이프나 막대가 진동(가로진동)하여 소리를 낼 때 그 기본진동의 자태는 **그림 4-24**와 같이 된다. 따라서 진동하

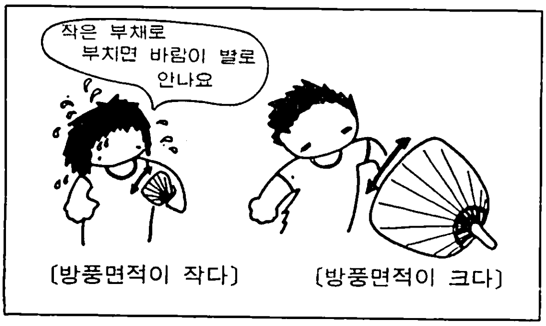


그림 4-19 방사효과율의 차이

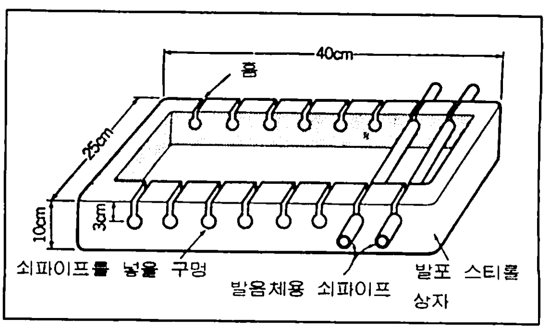


그림 4-20 울림상자의 가공

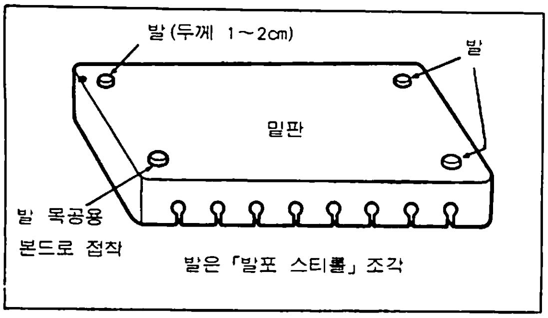


그림 4-21 울림상자의 밑면

는 쇠 파이프 등을 지탱하는 부분은 이 그림 A, B의 위치로 되어 있는 것이 더 기음이 나기 쉽고 가장 좋다. 시판품 목금 등도 그림 4-25 와 같이 지지 들의 간격이 A, B의 위치로 되어 있다.

음계를 만들기 위한 계산법은

〈학생〉 음계를 만들기 위해서는 쇠 파이프의 길이를 어떻게 정하는 것입니까. 악기 책이나 과학 책에는 현과 관의 공식은 있지만, 막대의 진동공식은 쓰여 있지 않습니다.

〈선생〉 쓰여 있는 책이 없는 것은 아니지만.

〈학생〉 양 끝이 자유롭고 굵기나 재질이 균일한 파이프와 막대도 진동은 상당히 복잡합니까?

〈선생〉 그럼, 진동 중 철금에 관계가 있는 가로 진동에 대하여 그 요점만을 설명해 보기로 하겠다.

〈학생〉 길이 ℓ cm의 막대나 파이프가 두드리면 진동하고, 그 기음의 진동수가 fHz라고 합시다. 또 마찬가지로 ℓ'인 것을 두드렸을 때 f'의 진동수를 가진 기음이 나왔다고 합시다. 그 경우 ℓ, ℓ'와 f, f' 사이에 어떤 관계가 있읍니까.

〈선생〉 $\ell' \propto \sqrt{f/f'} \times \ell$ 이라는 명백한 관계에 있다. 즉, ℓ'는 기음 진동수의 역비의 평방근에 비례한다.

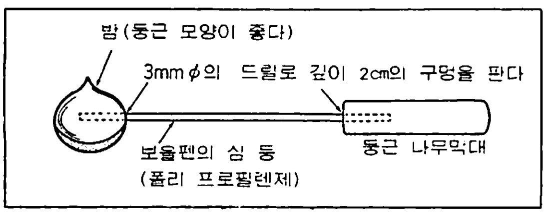


그림 4-22 밤 매릿

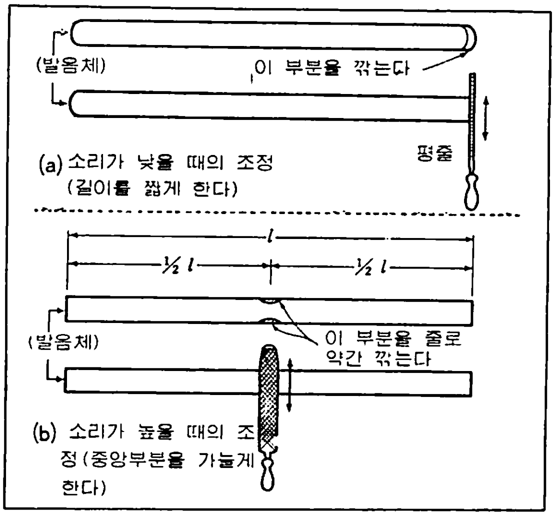


그림 4- 23 조율 방법

〈학생〉 아무래도 저는 체질이 수신 알레르기성인지 머리가 좀 아프군요. 구체적인 예를 들어 좀 더 알기 쉽게 설명해 주십시오.

〈선생〉 그럼, 10cm의 쇠막대를 두드렸을 때 나는 소리보다 1옥타아브 높은 소리를 내고 싶을 때 몇 cm의 쇠막대를 준비해야 하는지 아는가.

〈학생〉 네, 좀 생각해 보죠. 1옥타아브 높은 음이라는 것은 진동수가 2배가 되는 소리였읍니다. 그렇다면 진동수의 비는 2/1이기 때문에 그 역비는 1/2, 즉 0.5입니다. 그러므로 그 평방근은?… 선생님, √ 키이 있는 탁상 계산기 좀 빌려 주시죠.

〈선생〉 그 서랍 속에 있어. 문명의 이기는 얼마든지 활용해야지.

〈학생〉 그럼 좀 쓰겠읍니다. 0.5의 평방근이었죠. 답이 0.707로 나왔읍니다. 그러니까 1옥타아브 높은 소리를 내는 쇠막대의 길이 ℓ'는

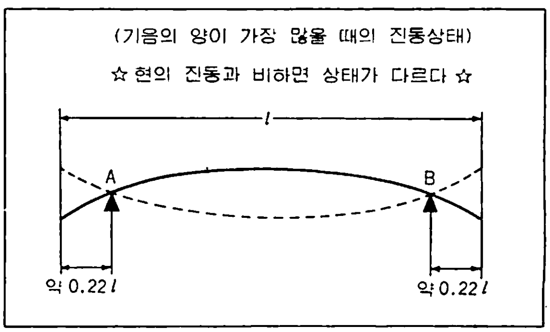


그림 4-24 막대의 가로진동

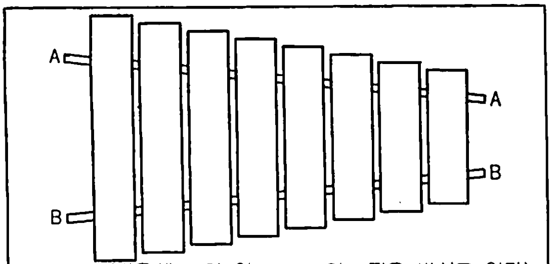


그림 4-25 목금의 발음체와 그 지지틀

0.707의 ℓ배이므로 10cm×0.707=7.07cm≒7.1cm, 낮은 7.1cm의 쇠막대라고 할 수 있겠읍니다.

〈선생〉 됐어. 같은 식의 계산을 하면 1옥타아브분의 쇠막대(쇠 파이프도 마찬가지)의 길이는 각각 표 4-2와 같은 결과가 된다.

〈학생〉 선생님도 그 표의 계산을 하는데는 이 탁상계산기의 힘을 빌었읍니까 그런데 기준의 소리는 C가 아니라 A의 소리를 기준으로 한다는 것은 제 1장의 「소리를 알자」에서 가르쳐 주셨읍니다.

〈선생〉 그 때 5옥타아브분의 음계와 그 기본 진동수의 수치를 그림 1-3에서 소개했다. 만일 반음 있는 본격적인 철금을 만든다면 각 음의 진동수는 그림 1-3을 참고하기 바란다.

〈학생〉 표 4-2를 보면 A 쇠막대의 길이는 ℓ로 되어 있는데, ℓ의 길이는 몇 cm입니까.

〈선생〉 철금이 상대적 음계라면 ℓ의 길이는 30cm라든가 20cm라든가 계산하기 쉬운 정수의 길이를 가진 것이면 된다.

〈학생〉 다른 악기와 합주할 수 있는 철금을 만들려고 하면 절대적 음계로 해야 하는데, ℓ의 길이는 몇 cm로 해야 합니까.

〈선생〉 이것은 발음체(막대나 파이프)의 재질이나 형태, 밀도 등에 따라 달라지기 때문에 일률적으로 몇 cm라고 말할 수 없다. 따라서 이 길이의 값은 실험적으로 구해야 되지.

〈학생〉 그 방법도 좀 가르쳐 주십시오.

〈선생〉 발음체로서 사용하는 철 파이프 등을 임의의 길이(약 30cm)로 잘라 그것을 두드려 본다. 그리고 소리가 피아노의 어느 건반 소리에 가까운지를 조사한다. 그 소리에 가장 가깝고 그 소리보다 낮은 소리를 내는 키이를 찾는다. 다음에는 철 파이프의 길이를 그 키이와 같은 높이의 소리와 일치할 때까지 그림 4-23(a)와 같은 방법으로 조율한다.

〈학생〉 가령 철 파이프의 소리가 줄로 조율한 결과, C의 건반 소리와 일치했다고 하면 그 이후에는 어떻게 합니까.

〈선생〉 조율한 결과의 철 파이프의 길이가 가령 30cm였다고 하면, 표 4-2에 의하면 C와 A에 있어서는 파이프 길이의 비율이 1.3ℓ : ℓ이므로 C 즉, 1.3ℓ=30cm가 되고, A의 ℓ은 약 23cm가 된다.

〈학생〉 기준이 되는 A음용의 철 파이프 길이 ℓ만 정해지면 다음의 파이프는 표 4-2를 사용하여 앞서 말한 계산 방법으로 구할 수 있겠군요.

〈선생〉 만든 철금의 소리를 보우컬 마이크로 포착할 때는 발포 스티롤의 울림상자에 가까운 위치에 마이크를 놓는 것이 좋다.

만일 울림상자 내에 마이크를 세트한다면, 마이크는 방진용의 스펀지 등으로 싼 것은 고정시키도록 한다. 그리고 이것은 여담이지만, 철금이나

표 4-2 파이프의 길이를 계산하는 법

음명	각 음의 진동수 (Hz)	진동수의 비	진동수의 역비	역비의 평방근	파이프의 길이
Ċ	523.3	523.3/440=1.189	0.84	0.92	0.92ℓ
B	494	494/440=1.12	0.89	0.95	0.95ℓ
A	440	440/440=1	1	$\sqrt{1}=1$	ℓ
G	392	392/440=0.89	1.12	1.06	1.06ℓ
F	349	349/440=0.79	1.27	1.125	1.13ℓ
E	330	330/440=0.75	1.33	1.15	1.15ℓ
D	294	294/440=0.67	1.49	1.22	1.22ℓ
C	261.7	261.7/440=0.59	1.69	1.3	1.3ℓ

차임 등 많은 철 파이프나 철봉의 진동을 모으는데는 **그림 4-26**과 같은 고무관(부드러운 것이 좋다)을 사용하여 소리를 포착하는 방법도 있다.

진동은 고무관을 통하여 관속의 공기에 전해지고 마이크(크리스털 이어폰 등으로 대용할 수 있다)까지는 거의 손실 없이 전달된다. 음차 피아노 등을 만들 때 응용해 보기 바란다.

5 드 럼

TV에서 밴드 연주 등을 보고 있으면 드럼은 여간 멋있는 것이 아니다. 드라머의 활동적인 몸짓도 그렇거니와, 드럼에서 나는 힘있는 소리 또한 매우 강렬하다. 듣고 있으면 손발이 절일 정도의 진동 에너지이다.

드럼이라 하면, 징글의 항에서 소개한 A 캠프씨의 Fun to make music에는 드럼 만드는 법도 나와 있다. 거기서 영국 소년들이 만드는 드럼을 계발하여 우리도 우리의 방식으로 **그림 4-27**과 같은 자작 드럼에 도전해 보자.

재료를 모으자

먼저 드럼의 보디(동체)가 될 것이 필요하다. 이 보디재로는 될 수 있는대로 대형(지름이 30 cm 이상, 깊이 15cm 정도)의 둥근 깡통이 좋다. 일반적으로 특수한 용도의 깡통은 별개로 하고, 구하기 쉬운 깡통으로서는 쿠키를 넣은 아름다운 깡통이 백화점의 과자 판매장 등에 나열되어 있다.

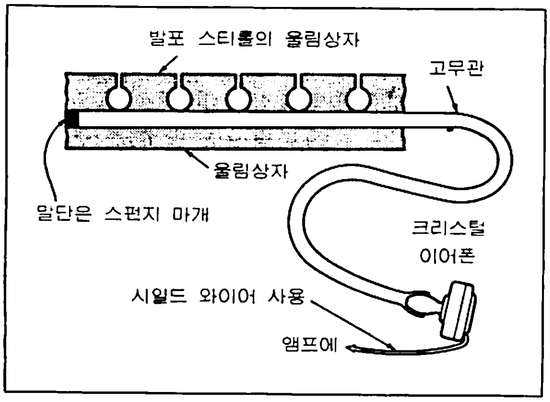


그림 4-26 진동을 고무관으로 모으는 방법

내용의 쿠키는 남겨두고 지금은 될 수 있는대로 큰 원형의 깡통을 구하기 바란다. 깡통이 아니라 약통이나 그 밖의 주방 용기라도, 밑을 때낸 둥근 나무테 같은 것도 드럼의 동체로 활용할 수 있다. 체재나 음색에 있어서도 깡통과는 별다른 목제 보디의 드럼을 만들 수 있다.

다음에는 드럼의 상하 양면에 붙일 진동막이다. 진동막이라 하면 곧 가죽을 연상하지만 이 가죽을 입수하기는 좀 힘들 것이다. 그러나 가죽의 대용품으로서는 크래프트지(시멘트 자루 등에 사용된 다갈색의 질긴 종이)를 사용하면 된다. 이 크래프트지를 두껍게 가공함으로써 튼튼한 막으로 만들 수 있다. 그 밖의 재료로서는 굵기 3 mmϕ 정도의 포장용 끈을 2 m 정도 준비해 둔다.

공작을 시작하자

재료가 다 모였으면 드럼의 동체를 만든다. 준비한 둥근 깡통의 윗뚜껑을 떼어 낸다. 다음에 깡통의 밑면이 되는 밑판을 깡통따개로 가만가만 잘라 낸다. 이 밑판을 떼어 버리면 깡통은 사진 4-1과 같이 굵은 통 모양이 된다.

이것으로 깡통제 드럼의 동체가 된 것이다. 어쨌든 드럼의 동체는 이와 같은 스타일이면 깡통이 아니라 플라스틱제나 목제라도 좋은데, 폴리에틸렌 용기(주방의 그릇씻는 통 등)도 밑을 잘라 내면 드럼의 동체로서 쓸 수 있다.

다음에는 진동막인데, 요즘의 것은 플라스틱 시이트를 사용한 것이 주류를 이루는 것 같다. 플라스틱 시이트라 해도 염화비닐의 시이트(농업용의 비닐 시이트 등)와 같은 연질은 진동막

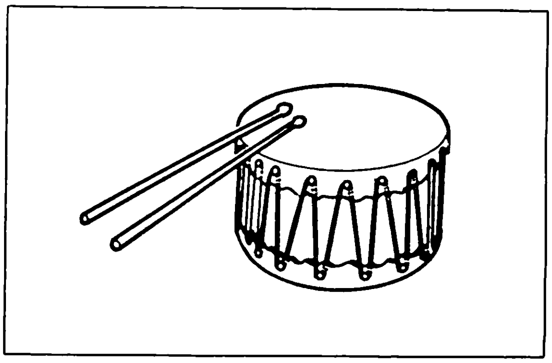


그림 4-27 자작한 드럼

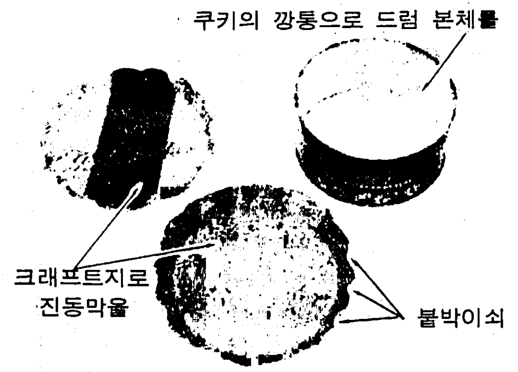


사진 4-1 자작 드럼의 주요부분

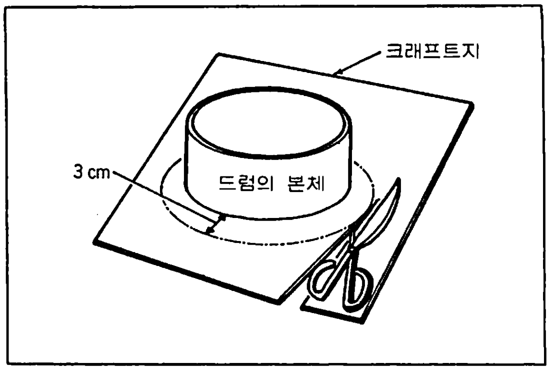


그림 4-28 크래프트지의 절단

으로서 부적당하다. 폴리스틸렌계(야쿠르트 용기 등)나 폴리에틸렌계의 시이트 등이 비교적 경질로서 튼튼하므로 특수가공하면 좋은 소리가 나는 진동막이 된다. 그러나 이와 같은 플라스틱의 진동막은 입수하기 좀 곤란할 것이다.

그래서 크래프트지의 진동막을 생각한 것인데, 보통의 강도로 두드린다면 1장의 크래프트지라도 찢어지지 않는다. 그러나 더 튼튼한 진동막을 바랄 경우, 크래프트지를 2장 풀로 붙이면 된다(뒷면에 천을 붙여도 된다).

먼저 종이 붙이는 풀을 묽게 타서 종이 전면에 골고루 바르고, 2장의 크래프트지를 밀착시켜 맞붙인다. 주의할 것은 밀착한 2장의 종이 사이에 공기의 공동이 생기지 않게 해야 하는 것이다(종이를 맞춘 다음, 그 위에 마른 비자루 등으로 중심에서 주위를 향하여 기포를 밀어 내도록 하면 된다).

풀로 붙이는 작업이 끝나고 일주일쯤 지나면, 2장의 크래프트지는 매우 튼튼한 1장의 진동막이 된다. 이 막에서 나는 소리는 종이에서 나는 소리라고는 생각되지 않을 것이다.

다음에는 진동막의 절단이다. 크래프트지(드럼의 상하 양면에 바르기 때문에 합계 2장이 필요)를 펴고 **그림 4-28**과 같이 드럼 본체의 지름보다 약 6 cm 큰 원을 그린다. 이 원주에 따라 가위질하여 원형의 크래프트지 진동막을 2장 잘라낸다.

이 원형 크래프트지를 **그림 4-29**와 같이 접되, 4번째는 중심각이 약 22°의 부채꼴이 되면 된다. 그런 다음 다시 원래의 원형으로 펴면 접어진 반지름은 약 22°의 간격으로서 8개의 지름이 서로 교차된다.

이 8개의 지름 위에는 원주에서 2 cm 안쪽 부분에 붙박이를 쳐야 한다. 그 목적은 크래프트지를 드럼의 진동막으로 하기 위해서 그 주위를 세게 당겨야 하는데, 장력을 가할 때 크래프트지에 직접 가하면 크래프트지는 그 부분에서 찢어질 염려가 있다. 그래서 크래프트지에는 붙박이 고정쇠를 붙여 장력이 붙박이 고정쇠를 거쳐 크래프트지에 가해지게 하는 것이다. 이렇게 하면 크래프트지는 큰 장력에 견딜 수 있다.

이 붙박이 고정쇠를 박는데는 **그림 4-30**과 같은 붙박이 펀치의 공구가 필요하다. 필자도 개인용으로 가진 것은 없으므로 학교의 사무실에서 차용했다. 장부 서류를 만들기 위해서 사무실에는 이 공구가 대개 있다. 드럼을 만들기 위해서 차용하기 바란다.

붙박이를 박은 곳은 **그림 4-29**와 같이 16군데(크래프트지는 2장 있으므로 총계 32군데)인데 이 각 점을 미리 사인펜 등으로 표시해 둔다. 이 부분에 펀치기의 구멍 뚫는 부분을 사용하여 쳐내면 구멍이 깨끗이 뚫린다. 이 구멍에는 크래프트지의 바깥쪽에서 붙박이발을 끼워 넣는다.

그리고 이 발 부분을 펀치기로 세게 누르면서 펀치하는 것이다. 펀치기에는 펀치의 상하 방향을 구별하는 마아크가 붙어 있으므로, 이 마아크에 주의하여 펀치기를 사용하기 바란다.

펀치기의 상하를 반대로 하여 펀치하면 붙박이의 발이 깨끗이 찌부러지지 않아, 힘들여 붙박이 펀치를 해도 이 부분에서 크래프트지가 찢어지기 쉽게 되므로 조심해야 한다.

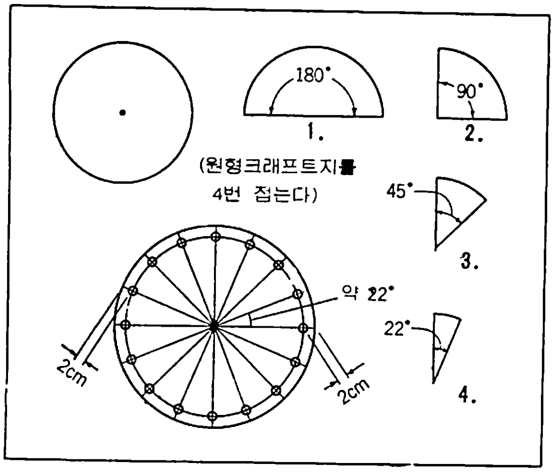


그림 4-29 진동막의 가공

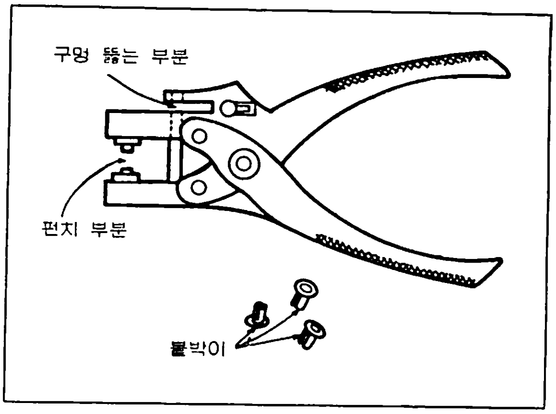


그림 4-30 붙박이 펀치기

드럼의 조립

크래프트지의 진동막이 완성되었으면 이 진동막을 드럼 본체의 상하에 중심이 일치하도록 놓아 본다. 그림 4-31과 같이 이 상하 진동막의 붙박이 펀치 구멍에 포장용의 질긴 끈을 넣어 매면 된다.

끈을 매는 방법은 지그자그식으로 그림에서와 같이 2가지 방법이 있다. 왼쪽식으로 매면 끈은 1개로 매지만, 어느 방법이든 당기는 강도에 있어서는 큰 차이가 없다.

끈은 전체를 건 다음 조금씩 몇번 나누어 조이는 것이 좋다. 끈의 장력은 각 펀치 구멍에 평균적으로 가해지도록 조인다. 끈의 장력은 몇g 무게의 크기라고 한마디로 표시할 수는 없다.

진동막을 두드리면서 적당한 높이의 소리가 나게 된 곳에서 끈의 양 끝을 맨다. 이것으로 자작 드럼이 완성된 것이다.

드럼의 소리는

음향학의 참고서 등에 의하면 드럼에서 나는 기음의 진동수 f는, $f \doteqdot \frac{k}{2r}\sqrt{\frac{T}{\rho}}$ 가 된다. r는 드럼 진동막의 반지름이고, 기음의 높이 f와는 반비례의 관계에 있다. 그러므로 낮은 소리의 드럼을 만들고 싶을 때는 r가 큰 본체가 유리하다(k는 비례상수이다).

또 식에서 기음의 높이 f는 진동막의 장력 T의 평방근에 비례하기 때문에 장력을 4배로 하면 기음은 1옥타아브 높아진다는 것도 알 수 있다. 일반적으로 드럼에서 나는 소리의 방사효율은 장력 T가 클수록 그 효율이 좋아진다.

그러나 진동막의 재질 등에 따라 그 장력은 제한을 받기 때문에 각 진동막에 알맞는 장력의 범위를 넘을 수는 없다.

공식에서 $\sqrt{\ }$ 속에 있는 분모의 ρ(로오)는 진동막의 단위면적당 밀도이다. ρ가 큰 재질이면 그 평방근의 역수배로서 드럼의 기음은 낮은 소리가 된다. 세계 각지의 민속악기 등에는 막면의 두께를 부분적으로 일부러 다르게 하여, 일정한 피치를 가진 멜로디용의 드럼이나 드럼군도 있는 모양이다.

끝으로 드럼의 진동막은 한쪽에 1장 뿐이면 소리가 빨리 감쇠되어 버린다. 진동막을 드럼의 앞뒤 2장으로 하면 서로 진동 에너지를 보급하여 2장의 막은 번갈아 진동하기 때문에 오래 계속해서 울리게 된다.

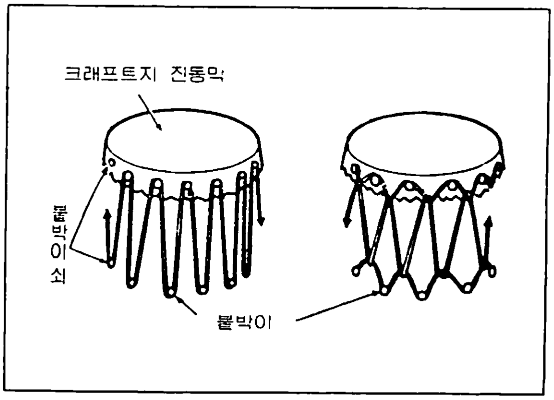


그림 4-31 지그자그식으로 거는 법

6. 심벌즈

중남미 사람들이 드럼 깡통을 가공한 타악기를 두드리며 카아니발을 거행하고 있었다. 며칠 전에 그러한 광경을 TV에서 보았는데, 소리나 리듬이 잘 맞아 그 박력에는 완전히 압도되어 버렸다.

프라이팬이든 접시든 두드리면 그것의 고유적인 소리가 나서 타악기가 된다. 한마디로 타악기라 하지만 동서고금의 타악기를 생각해 보면 그 수도 무수히 많다.

손이나 몸을 두드리는 것에서부터 시작해서 각종 드럼이나 종, 박자나무 종류, 트라이앵글이나 심벌즈, 심지어는 목탁?에 이르기까지 그 종류는 매우 다양하다. 역시 악기의 시초는 타악기가 아니었나 생각된다.

그래서 중남미 사람들처럼 입수하기 쉬운 철판을 사용하여, 울림(여운)은 놋쇠판보다 못하지만 발음체의 형태나 지지 방식을 연구하여 울림이 좋은 심벌즈를 만들어 보자.

발음체의 입수는

심벌즈의 본체(발음체 부분)를 철판 등의 소재부터 만들기 시작하느냐 아니면 운두가 얕은 중국집 남비 같은 것을 그대로 이용하느냐의 2가지 방법으로 나누어진다.

전자의 경우라면, 철물점이나 철공소 등을 찾아가 적당한 두께의 철판을 찾는다. 후자의 경우라면, 부엌 등에서 오래된 프라이팬이나 운두가 얕은 남비 등을 얻도록 한다. 그렇게 할 경우 철판 같으면 놋쇠판 등과 달라 여러가지가 있다.

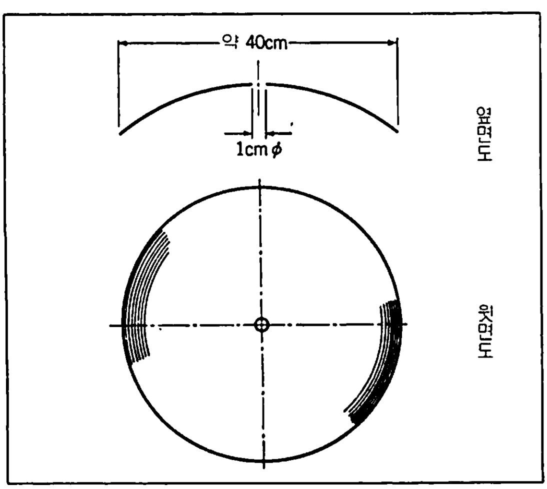


그림 4-32 심벌즈의 본체

심벌즈 발음체의 형태는

극단적인 표현을 하면 심벌즈의 본체는 평평한 철판 그대로라도 된다. 그러나 울림이 좋은 심벌즈로 만들기 위해서는 중앙부를 볼록하게 한, 이른바 벨형이 좋다. 따라서 운두가 얕은 중국집 남비 같은 것이 안성마춤이라고 할 수 있다. 벨형이라 하지만 완전한 원형일 필요는 없고 오히려 약간 비뚤어진 독특한 모양의 심벌즈 등이 음향적으로는 재미 있는 것이 아닐까. 곡면도 매끈한 것이 아니라 일부러 울퉁불퉁하게 하여 복잡한 소리를 내려는 시도도 있는 것이다.

발음체의 가공은

그림 4-32와 같은 심벌즈 본체를 만들어 보자. 소재는 두께가 약 1mm인 철판으로서, 지름 약 40cm인 원을 그린다. 이 원주를 잘라 내는데 있어서•이 정도의 두께를 가진 철판 같으면 판금 가위로도 자를 수 있을 것이다.

다음에 이 원형의 철판을 부드러운 흙 위에 놓고, 중앙부를 중심으로 대형 해머로 몇번씩 두드려 조금씩 오목해지게 한다. 두드리면서 때때로 손을 멈추고 사방에서 오목해진 상태를 살펴 보아 벨과 같은 모양이 될 때까지 열심히 두드린다.

만일 운두가 얕은 중국집 남비가 있으면 이 두드리는 작업을 생략할 수 있지만, 그 경우 남비의 손잡이는 떼어내고 코오킹한 못 같은 것도 떼어낸다. 이것으로 심벌즈의 본체가 만들어졌다.

심벌즈를 받치는 방식은

그림 4-33을 보자. A, B는 심벌즈의 본체를 수평하기 지지하기 위해서 그 중심이 지점이 되어 있다. 중심을 받치는 이유는 수평으로 매단 심벌즈 자체의 균형을 취하기 위해서만은 아니다.

중심점은 원형의 심벌즈 전체가 진동할 때도 그 부분만은 거의 진동하지 않는다(그림 4-36). 때문에 이 점을 지지하면 진동 에너지의 손실이

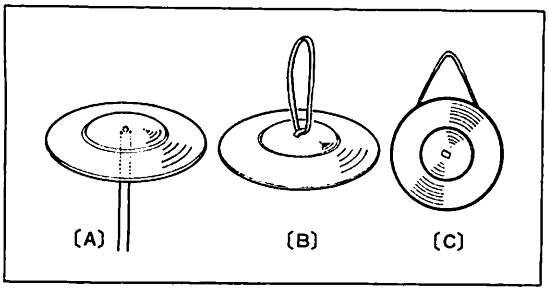


그림 4-33 심벌즈를 지탱하는 법

적고, C와 같이 지지하는 것보다 여운을 길게 울리게 할 수 있다.

스탠드의 공작은

중심을 받치는 A, B형 중 북채를 사용하여 연주할 때는 A의 스탠드형이 아니면 안된다. 그래서 이 스탠드를 **그림 4-34**와 같이 만들어 보자.

심벌즈판을 쳤을 때 그 진동 에너지가 감쇠되지 않고 진동이 계속되려면 중심을 부드러운 고무 쿠션 위에 놓는다. 이 고무 쿠션은 두껍고 질이 연한 지우개를 구해서 그것을 그림과 같은 모양으로 가공한다. 쿠션의 윗면 중심에는 연필의 캡이 빽빽하게 끼워질 정도의 구멍을 뚫는다.

밑면은 상승 파이프의 끝(이형 소켓이 붙는다)의 안지름에 꼭 끼워지도록 안지름에 맞추어 지우개의 크기를 깎는다. 이것으로 심벌즈를 얹어 놓는 곳인 고무 쿠션이 완성되었다. 진동판인 심벌즈 본체의 철판 중심에는 연필용 캡보다 좀 큰 구멍을 뚫고 이 캡을 끼우면 된다.

스탠드의 상승 파이프는 예의 카주우 악기에서 사용한 염화비닐 파이프(바깥 지름 1.8 cmϕ)를 사용하기로 한다(끝에는 이 파이프에 맞는 이형 소켓이 붙는다).

이 상승 파이프를 대판에 고정시키려면 파이프의 밑쪽 끝에 이 파이프용의 T형 이음매를 끼우고, 이 이음매와 대판(판은 좀 두꺼운 것을 사용한다. 판이 두껍지 않을 때는 중석으로서 벽돌 2장 정도를 철사 등으로 고정시킨다)을 나사로 고정시킨다.

그리고 스탠드는 염화비닐 파이프용의 T형, L형 이음매를 조합시키면 **그림 4-35**와 같이 가지가 난 것 같은 심벌즈용 스탠드를 만들 수도 있다. 이와 같은 스탠드에 각종 크기의 철제 심벌

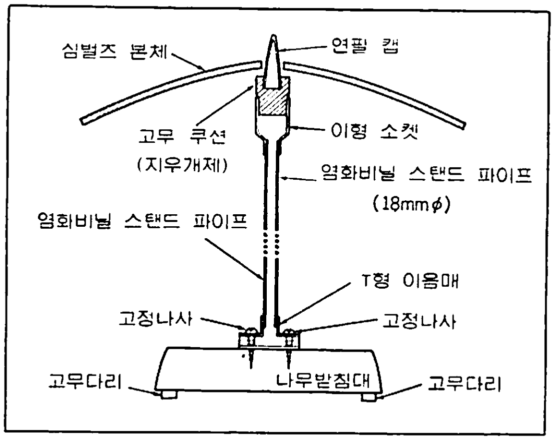


그림 4-34 옆에서 본 심벌즈와 스탠드 부분 단면도

즈를 세트하여 두드리면, 이것은 본격적인 연습용 심벌즈가 된다.

심벌즈의 소리는

심벌즈는 두드리는 위치나 강도를 바꿈으로써 나는 소리가 변화한다.

심벌즈뿐 아니라 드럼도 그렇지만, 진동판(진동막)을 수평으로 유지하고 그 위에 모래나 가루 등을 뿌려 놓고 진동시키면 진동판 각부의 진동상태(진폭 등)가 다르기 때문에 **그림 4-36**과 같은 예의 클라드니 그림을 볼 수 있다.

이 그림에서 진동판의 진동상태와 그 때 나는 상음(overtone)의 차이도 알 수 있다. 타악기가 멜로디악기보다 이 상음이 많이 나는 것은, 발음체를 때려 소리를 낼 때 그 형태가 판이나 막 같은 것(긴 막대모양으로 된 것이나 파이프 모

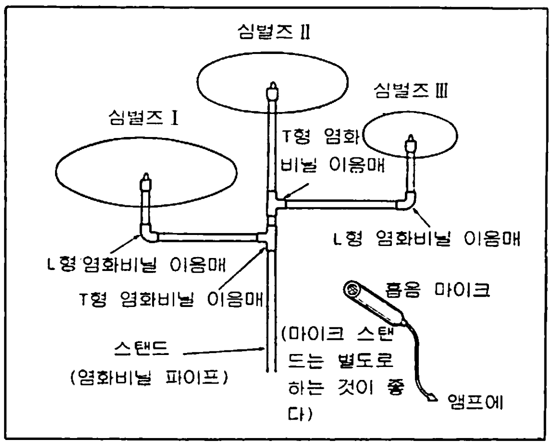


그림 4-35 나무가지형 스탠드에 고정시킨 심벌즈

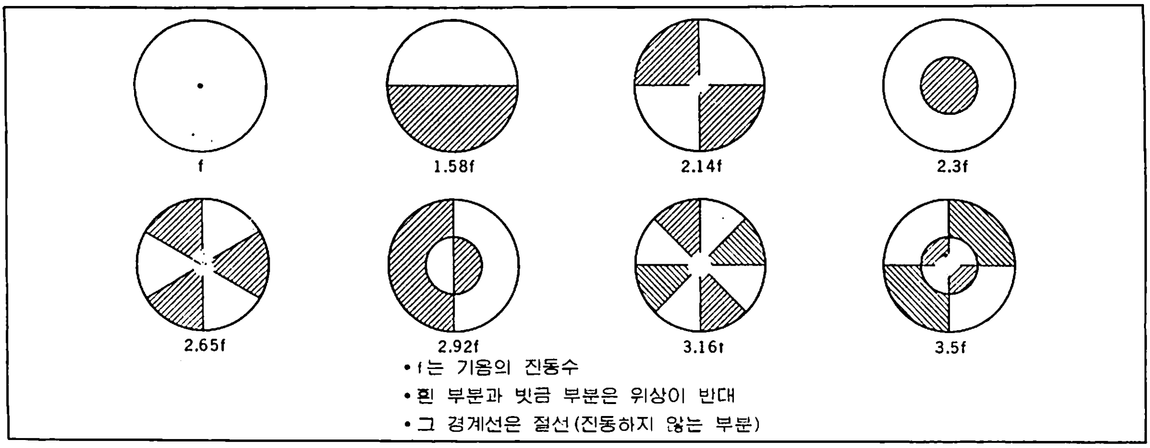


그림 4-36 원판의 진동상태와 상음의 관계

양으로 된 것이나 파이프 모양으로 된 것은 제외)에서는 그 진동상태가 복잡하기 때문이다

이와 같은 발음체로부터의 기음은 일반적으로 높고, 그 상음과도 조화되지 않기 때문에 일정한 피치를 잡기 어렵다. 역사적으로 보더라도 관이나 현의 멜로디 악기보다 두드려 소리를 내는 이 타악기(리듬 악기)가 더 기원이 오래 된 것이 많은 것 같다.

7. 팡의 피리

팡의 피리(Pandean pipe)라는 악기를 아는가.

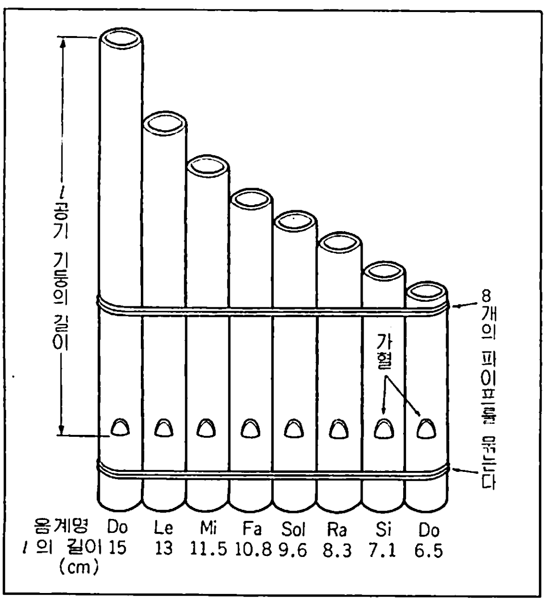


그림 4-37 자작팡의 피리

그림 4-37과 같이 각 피치를 가진 몇개의 피리(오르간관이라고 한다)를 음계순으로 배열한 악기이다.

경쾌하고 밝은 소리를 내는 피리로서, 모짜르트의 오페라 「마적」에 이 피리를 신나게 불어대는 장면이 있다.

팡의 피리를 만들기 전에 이 오르간관에 대해 알아 보자. 피리(오르간관)에서 소리가 왜 나는지를 알면 관악기 만들기가 즐거워지고 그 비결을 파악하기가 쉬워진다.

강한 바람이 가는 전선에 부딪칠 때나, 회초리 등을 힘껏 휘두를 때 씽 하는 소리가 난다. 이 소리는 흔히 에올스의 소리라고 불린다. 이것은 공기의 흐름이 그림 4-38과 같이 장해물에 닿으면 그 뒤쪽에 소용돌이(카르만의 소용돌이라고 한다)가 차례로 생겨 공기류(제트)에 혼란을 일으킨다. 이 혼란이 에오르스의 소리가 발생하는 원인이 된다.

공기류 속에 두는 장해물은 전선과 같은 둥근 것이 아니라 날카로운 날(에지)과 같은 것으로 하면, 진동수가 많아지고 높은 소리(재단음)가 나기 쉽게 된다. 그럼 이와 같은 소리가 피리의

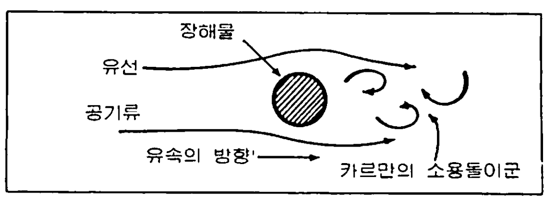


그림 4-38 흐름이 흐트러지면 에올스의 소리가 발생한다

소리인가? 하면 그렇지 않다. 피리 소리는 그렇게 간단한 것이 아니다.

오르간관으로는

그림 4-39가 오르간관의 단면도이다. A에서 숨을 일방적으로 불어 넣으면 공기류는 에지C에 부딪치고, C를 중심으로 하여 상하로 약간 진동한다. 이 진동하는 공기류는 하아모니카 등의 발음체인 놋쇠제의 리이드 모양과 비슷하기 때문에 에어 리이드 등으로 불린다.

이 에어 리이드가 생기면 주위의 공기에 짙은 부분의 밀과 엷은 부분의 소를 일으키게 된다. 이 밀도의 변화는 오르간관 속을 밀·소·밀… 하는 식으로 음속으로 전해 가는 것이다. 소밀의 파는 관의 개구 끝 D까지 오면 일부분이 관의 밖으로 방출되지만, 나머지 부분은 D에서 반사되어 다시 관 속으로 돌아온다.

D에서 반사가 일어나는 이유는 좁은 관 속에서 갑자기 넓은 공간으로 나가는 경계면, 즉 D의 면에서 공간조건과 매질조건이 돌연 변화하기 때문이다.

빛도 공기에서 물속으로 나아갈 때, 그 경계면의 매질조건이 변하는 부분에서 굴절이나 반사가 일어나는 것과 비슷하다. 또 반사면은 관의 개구 끝뿐 아니라 피리의 옆면에 있는 관의 옆구멍에서도 그 구멍 가까이에서 반사가 일어난다. 개구 끝 D에서 반사하고 관 속을 돌아간 소밀의 파는 그 후 어떻게 되는 것일까.

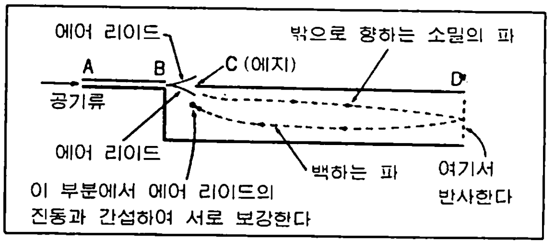


그림 4-39 오르간관의 단면

피리 소리는 성장한다

에어 리이드까지 돌아간 소밀의 파(여러 가지 진동수를 가졌다)는 다음에 리이드의 진동과 서로 간섭하게 된다. 그리하여 어떤 특정한 진동수의 파만이 서로 보강하는 결과가 된다. 즉, 에어 리이드가 위로 젖혀질 때는 리이드를 밀어올리고, 리이드가 내려갈 때는 리이드를 밑쪽으로 끌어 넣는, 타이밍 좋게 작용하는 파만이 살아남는 것이다.

이 살아 남은 파는 짧은 시간에 다시 크게 성장하는 것이지만, 이것이 이 오르간관의 정상파라는 파로서, 정확하게 말하자면, 다시 돌아온 소밀의 파 중 이 특정한 파만이 작용하게 되는 것이다.

그리고 이 파의 진동수야말로 이 오르간 관의 고유진동수인 것이다. 이 고유진동수는 관의 길이 BD와 음속에 의하여 결정되는 오르간관 고유의 수치이다. 피리의 아름다운 소리도 이와 같은 복잡한 구조 속에서 나는 소리인 것이다.

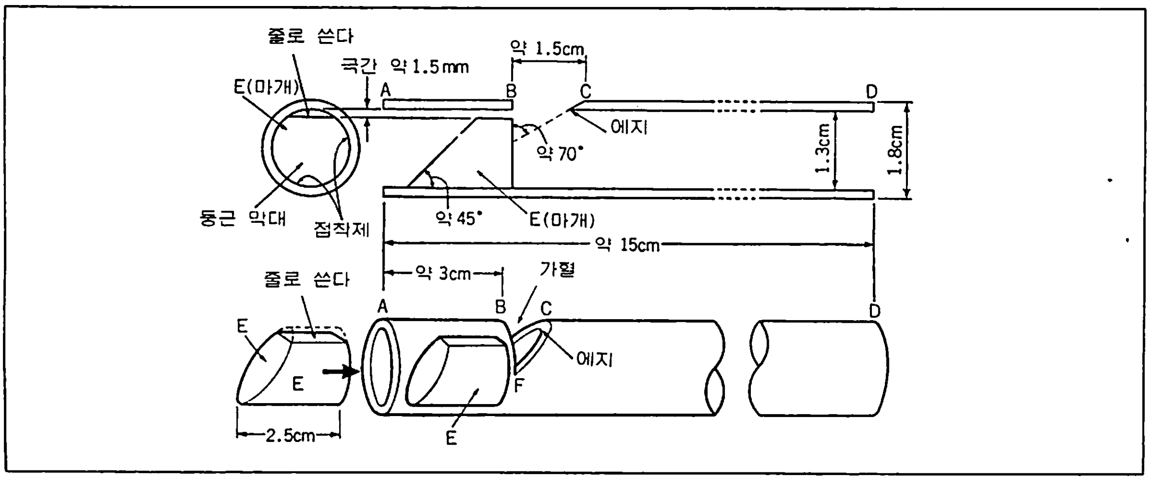


그림 4-40 오르간관의 레이아웃

오르간관을 만드는 재료는

팡의 피리는 종적이다(역사적으로는 일반적으로 횡적보다 종적이 더 오래다). 피리를 만드는 재료로서 우리 나라에서는 예로부터 대나무를 피리의 파이프재로 사용해 왔다. 그러나 최근에는 대나무 대신 플라스틱 제품이 그 주류를 이룬 것 같다.

그래서 앞으로 만들 피리도 카주우 악기를 만들 때 사용했던 1.8 cmϕ의 염화비닐 파이프를 사용해 보기로 했다. 염화비닐 파이프는 값이 싸고 입수하기 쉬우며 연질 계통이므로, 경질 계통의 플라스틱 파이프보다 가공하기 쉬운 장점을 가지고 있다.

가공은

오르간관에 대하여 생각하면서 그 레이아웃을 그림 4-40에 그려 보았다. 먼저 준비한 바깥지름 1.8 cm의 염화비닐 파이프를 약 15 cm 정도로 절단한다. 그리고 파이프의 선단 A에서 3 cm 부분 B에 칼금을 넣는다.

그 깊이는 파이프 굵기의 약 2/5, 즉 BF이다. 다음에 쇠톱을 비스듬히 약 70°의 각도로 C에서 F까지 칼금을 넣는다. 따라서 BFC의 부분이 제거되고 이 공간 부분이 이른바 피리의 가혈(가구)이 되는 것이다.

이 가혈의 CF와 BF의 면은 3각줄 등으로 면을 만드는데, 특히 C의 면을 그 끝이 날카로운 에지가 되게 한다(줄로 너무 많이 쓸어서 BFC의 공간 부분이 크게 되지 않도록).

가혈을 만들었으면 이 부분에 공기류를 불어 넣기 위해서 파이프의 안쪽에 작은 틈을 낼 연구를 한다. 피리의 성공 여부가 달려 있는 것은 이 부분의 공작에 달려 있다고 할만큼 중요한 부분이다.

거기에는 E와 같은 모양의 부품(가령 마개라고 불러 두자)을 파이프의 입구 부분인 AB(B에 가깝다)에 끼워 넣는데, 이 마개는 나무의 둥근 막대를 가공하여 만든다. 파이프의 안지름은 1.3 cm이므로 이 굵기의 둥근막대를 구하면 된다. 모형재료상 등에는 몇가지 나무의 둥근 막대를 팔고 있는 곳도 있으므로 지름이 1.3cm에 가까운 것을 택하도록 한다(꼭 맞는 굵기가 없을 때는 약간 굵은 것을 구해서 둘레를 줄로 쓸면 된다).

다음의 작업은 둥근막대를 절단하기 전에 공기가 지나는 부분(E의 윗면)을 평줄로 쓸어 둔다. 이 쓰는 부분은 너무 적게 쓸면 공기의 유량이 적고, 너무 크게 쓸면 공기류가 제트 상태로 되지 않는다. 또 쓴 면이 매끄럽지 않으면 에지에 부딪치기 전에 공기류가 흐트러져 버리므로 세공은 조심스럽게 한다.

둥근막대의 절단은 비스듬히(약 45°)하고, 자른 면은 파이프의 입구(A쪽)를 향하게 된다(불어 넣은 공기가 작은 틈 부분에 모이기 쉽게 된다). 이것으로 E부분의 마개는 완성된 것이다.

소리 나는 상태의 조정은

만든 마개는 파이프의 내용에 접착제 (목공용 본드보다 습기를 잘 흡수하지 않는 비닐용 세메다인이 좋다)로 고정시키는데, 고정하는 위치는 피리의 소리나는 상태에 상당히 영향을 미치기 때문에 중요하다.

A 부분에 입을 대고 숨을 불어 넣어 보자. 소리가 조금 밖에 나지 않을 때는 공기류가 C의 에지 부분에 잘 부딪치지 않고 에어 리이드의 발생이 적은 것이다. 그래서 파이프의 앞뒤에서 가는 막대로 마개를 조금씩 밀어 위치를 조금씩 변화시키면서 테스트를 되풀이하기 바란다. 그리고 피리 소리가 가장 크게 울리는 마개의 위치를 파악한다.

마개의 위치는 공기류가 통과하는 작은 구멍 부분의 폭이나 두께에 관계가 있고, 또 가혈의 넓이나 에지까지의 거리 등에도 영향을 받는다.

이와 같이 하여 실험적으로 구한 마개의 최량 위치에 접착제를 사용하여 마개를 고정시키되, 접착제가 삐져 나오는 경우가 있으므로 주의해야 한다.

소리의 높이를 정하려면

접착제가 건조하면 오르간관의 피리는 일단 완성된 것이다. 그런데 이 오르간관에서 나는 소리의 높이를 바꾸려면 피리의 길이(공기기둥 BD의 길이)를 바꾸면 된다.

이 오르간관은 가혈과 개구 끝이 정상파의 복

부(배)가 되는 개관이므로 피리의 공기기둥(BD)을 가령 15cm라 하면, 이 피리에서 나는 기음의 파장은 15cm×2=30cm가 된다. 따라서 그 소리(기음)의 진동수는 $3.4 \times 10^4 \mathrm{cm/S} \div 30\mathrm{cm} \fallingdotseq 1100$ (Hz), 즉 $C^{\#}$ 정도 되는 소리가 나게 된다.

그런데 실제로 공기기둥 BD를 15cm로 한 피리를 만들어 불어 보면 계산한 높이의 소리가 나지 않는다. 그것은 공기기둥의 길이를 BD 라고 본 점에 다소 문제가 있는 것 같다. 현실의 피리로서는 공기기둥의 끝 「B」가 C가 되는지, 혹은 BC의 중간이 되는지 의론이 있다.

또 D점은 진동하는 공기의 관성이나 점성 때문에 좀 더 파이프의 바깥쪽(파이프의 안지름을 D라 하면 약 0.3×D만큼 밖으로)으로 튀어 나간다. 따라서 대강의 어림은 계산으로 구하고, 그런 다음에는 실제로 귀로 들어서 피아노 소리 등과 높이를 비교하는 수 밖에 없다.

어쨌든 오르간관과 같은 피리는, 특히 자작인 경우 그 하나 하나에 피리의 개성 같은 것이 있어, 계산값대로 높이의 소리를 정확하게 낼 수 없는 것이 사실이다.

그림4 -37은 필자가 만든 팡의 피리(1옥타아브)인데, 그 공기기둥의 길이 ℓ 의 수치를 나타냈다. 여러분이 만드는 팡의 피리에 참고하기 바란다. 만드는 오르간관의 파이프 길이는 이 그림의 수치보다 약간씩 긴 것으로 만들고, 선률은 조금씩 길이를 짧게 하면서 조정하는 것이 좋을 것이다.

8 리코오더

국민학교 어린이들이 열심히 불고 있는 리코오더(스페리오 파이프)는 깊은 맛이 있는 바로크조의 좋은 소리가 난다. 이 악기의 원형은 12세기경의 기록에 이미 등장하고 있다. 그 후 개량이 거듭되어 바로크 시대의 최성기를 이루었고, 쇼팡도 애용했다고 한다.

팡의 피리를 만든 경험을 살려 이번에는 리코오더에 도전해 보자. 언뜻 보기에 간단한 1개의 세로피리(종적)로 생각되지만, 만들어 보면 약간의 공작과정의 차이나 재료 등의 차이로 만들어진 리코오더는 각각 특성을 달리 하게 되어 상당히 어렵다. 그러나 거꾸로 말하면 자작 악기의 재미가 바로 이런 점에 있는 것인지도 모른다.

리코오더의 구조는

시판되는 플라스틱제 리코오더를 조사해 보자. **그림 4-41**이 그 단면도이다. 파이프 본체는 관속에 묻는 수분을 닦는데 편리하도록, 2개의 부분으로 분해할 수 있는 구조로 되어 있다.

A의 헤드 부분은 말하자면 짧은 오르간관이다. 에어 채널에서 보내진 공기류가 립 부분(가혈)의 에지에 닿게 되어 있는 것은 팡의 피리와 같다.

B의 토운 파이프 부분은 A의 끝부분(조인트 부분)과 꼭 맞게 접속된 파이프 부분으로서, 앞서의 안지름이 조금씩 가늘게 되어 있다. 그리고 개구 끝 부분만이 또 약간 넓어진다.

이 토운 파이프에는 도합 8개의 토운 호울(관 옆구멍)이 있다. 이 구멍은 손가락으로 막음으로써 실질적인 공기기둥의 길이를 바꾸게 되는 것이다. 피치는 입에 가까운 토운 호울을 막음으로써 긴 공기기둥이 되기 때문에 소리가 낮아진다.

그러나 소리의 높이는 외견상의 공기기둥 길

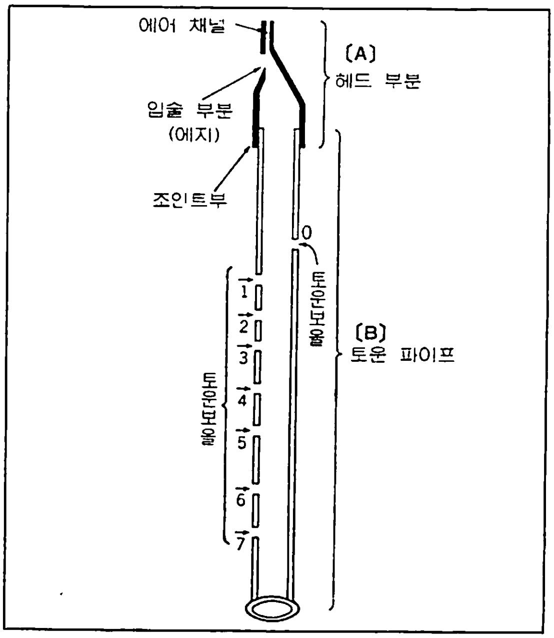


그림 4-41 리코오더의 단면

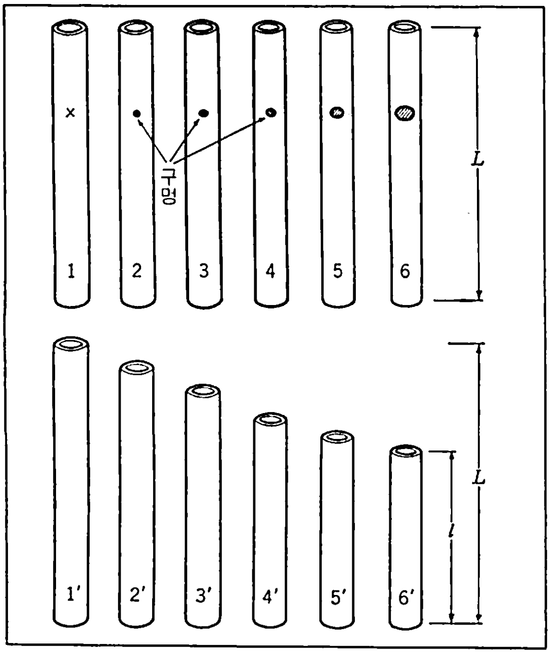


그림 4-42 파이프 옆면에 뚫은 구멍의 면적이 커질 수록 짧은 길이 ℓ의 파이프라고 생각할 수 있다

이뿐 아니라, 토운 호울로서 뚫은 구멍의 개구 면적에 따라서도 그 대소로 음향적인 공기기둥의 길이가 바뀐다(그림 4-42).

피꼬리피리 등도 끝의 구멍에 셀로판 테이프 등을 붙여 개구 면적을 조금씩 바꾸면서 불어 보면 피치에서 1옥타아브 정도는 바꿀 수 있다.

여담이지만 이탈리아산의 토적으로서 그림 4-43과 같은 오카리나가 있는데, 본체에 나 있는 구멍을 손가락으로 몇개 막음으로써 피치를 바꾼다. 막는 구멍의 조합으로 개구 면적을 바꿀 수 있게 되어 있는데, 개구면적이 커질수록 소리가 높아진다.

이것은 리코오더를 만들 때, 관 옆에 뚫는 토운 호울과 파이프 끝의 개구 끝에 대해서도 마찬가지이다. 구멍의 위치만 문제가 되는 것이 아니라 구멍의 크기도 배려할 필요가 있다.

A 부분의 제작법은

A 부분은 리코오더의 소리의 씨(여러 가지 진동수 성분의 음이 포함되어 있다)를 만드는 부분이다. 이 부분은 팡의 피리에서 몇개 만든 오르간관과 같은 것이다. 그래서 그 제작법에 대한 설명은 생략하고, 여기서는 다른 방식으로 A

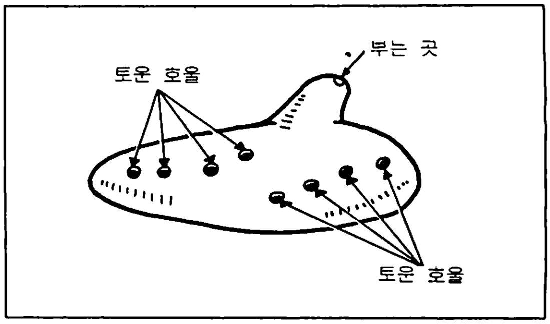


그림 4-43 오카리나

부분을 만드는 법을 소개한다.

여기에 피꼬리피리가 있다. 여행길에 사온 것이다. 요즘의 피꼬리피리는 죽제가 아니라 플라스틱제이다.

지금부터 만들 리코오더의 A 부분은 이 피꼬리피리를 그대로 활용한 것이다. 피꼬리피리도 원리적으로 말하면 오르간관이다. 그래서 이 피꼬리피리와 B 부분의 토운 파이프를 어떤 식으로 조인트하면 좋은지 생각해 보자.

조인트와 B 부분

토운 파이프라고 불리는 B 부분은 값싸고 입수하기 쉬운 바깥지름 1.8 cm의 염화비닐 파이프를 사용한다.

이 파이프에는 L형 I형 T형 등의 이음매가 수도공사 재료점 등에 있다. 그래서 조인트 부품으로서는 I형 이음매를 사용해 보자. 이 이음매는 길이가 6 cm인 원통으로서 양 끝의 안지름이 1.9 cm, 바깥지름이 1.8 cm인 염화비닐 파이프와 조인트할 수 있다.

이 경우, B의 토운 파이프쪽은 그대로라도 좋지만, A쪽의 피꼬리피리는 바깥지름이 이음매의 안지름(1.9 cm)보다 약간 대형인 것이 많다. 그래서 이음매의 한쪽을 가스 곤로의 불에 천천히 구워 연하게 만든 다음, 구멍을 약간 넓혀(대형 드라이버의 자루 등을 넣어 돌리면 된다) 이 부분에 피꼬리피리의 끝을 끼워 본다. 그런 후에는 이음매의 둘레에 헝겊 등을 감아 사방에서 압축시키면 이음매와 피꼬리피리가 꼭 맞게 접합된다.

또 이음매와 토운 파이프는 착탈할 수 있도록 접착제 등을 쓰지 않아야 한다. 그러나 피꼬리피

리와 이음매는 접착제를 사용하여 고정시켜 버리는 것이 좋다. 따라서 A 부분은 피꼬리피리와 조인트 부분인 I형 이음매가 일체가 되어 있고, B 부분은 토운 파이프 1개만으로 되어 있다 (그림 4-44).

이와 같은 방식으로 하는 이유로서는, 필자의 경험으로 볼 때 토운 파이프의 가공은 단번에 성공하기가 쉽지 않다. 그 때마다 A 부분까지 포함시켜 다시 만든다면 힘들지만, B 부분의 토운 파이프만이면 약 25cm의 염화비닐 파이프 1개만 다시 만들면 되므로 마음이 편하다.

B 부분의 가공은

리코오더 만들기에서 가장 힘드는 토운 파이프 부분의 가공으로 나아가자. 바깥지름이 1.8 cm인 염화비닐 파이프를 약간 길게 약 25cm로 절단한다. 이 때 자른 부스러기나 손거스러미 등이 파이프의 안쪽이나 절단면의 안벽에 붙지 않도록 조심한다(그와 같은 것은 관 옆에 드릴로 토운 호울을 뚫을 때도 주의한다. 파이프의 안벽에 소리를 반사하는 것이 붙어 있으면 곤란하다).

시판품 리코오더를 보면 이 토운 파이프 부분은 끝이 가늘게 되어 있다(굵기가 같은 파이프라도 리코오더를 만들 수 없는 것은 아니다). 이와 같이 파이프의 단면을 조금씩 가늘게 하려면 어떻게 가공하면 좋을까.

그 가공법의 하나로서 그림 4-45와 같은 방법은 어떨까. 절단한 25cm의 염화비닐 파이프의 4/5, 즉 20cm분을 가스곤로의 불에 눋지 않게 파이프를 돌리면서 조금씩 고루 가열하여 연하게 만든다.

다음에 20cm 부분 전체가 골고루 연화되었을 때 반듯한 받침대 위에 파이프를 누이고 위에서 판을 비스듬히 누르는 것이다. 판의 경사는 그림 4-45와 같이 가열되지 않은 단단한 부분보다 연화되어 있는 파이프 부분에 힘을 더 많이 가해서 누른다.

결국은 파이프를 눌러 찌부러뜨리는 것인데, 찌부러지는 끝에서도 받침대와 판의 간격은 1 cm 정도로 해 두지 않으면 안된다. 파이프는 약 15초 정도면 식는데, 전체가 경화하면 이 작업이 끝난다.

가열하지 않는 파이프쪽의 단면은 a와 같이, 원 그대로의 형태이지만, 파이프의 끝 부분은 b와 같이 짧은 지름이 1 cm, 긴 지름이 2.5cm 정도의 타원형으로 정형된다.

그러나 파이프의 개구 끝 가까이는 단면이 또 조금씩 넓어져 있지 않으면 이상적인 리코오더가 되지 않는다.

그래서 파이프의 끝 부분을 약 3 cm 정도, 재차 가스 곤로의 불로 가열하여 연화시킨다. 그리하여 다소 연화된 곳에서 이번에는 둥근 연필과 같은 막대를 파이프 끝에서 끼워 넣고 구멍이 넓어지도록 막대를 돌린다. 구멍의 크기는 짧은 지름을 1.5cm, 긴 지름을 약 2 cm 정도로 하기 바란다.

이것으로 토운 파이프 속을 소리가 자유로이 원활하게 출입할 수 있을 것이다. 이 파이프를 가열했기 때문에 만일 눋은 흔적이 생기면 부드러운 사포로 파이프 전체를 문지른다.

토운 호울은

먼저 A의 조인트 부분에, 아직 토운 호울을 뚫어 놓지 않은 토운 파이프를 끼워 피꼬리피리를 불어 보자. A 부분만으로 불 때와 토운 파이

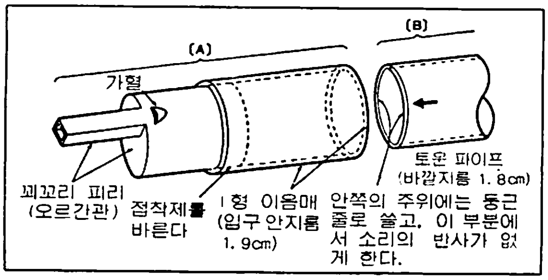


그림 4-44 헤드 부분과 토운 파이프의 조인트

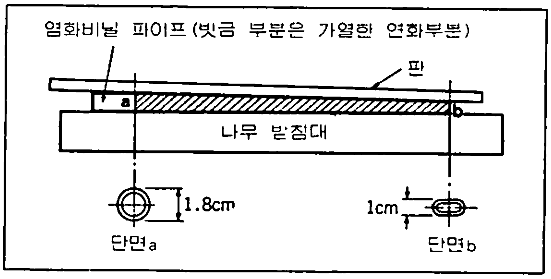


그림 4-45 토운 파이프 부분의 가공

프를 붙였을 때의 소리는 높이가 상당히 다르다. 토운 파이프를 붙여 조용히 불어서 나는 소리가 이 리코오더의 최저음인데, 이 소리를 C의 음으로 하려면 약간 긴 25cm로 해 놓은 토운 파이프를 C의 음(피아노 소리와 비교한다)이 되도록 조금씩(0.5cm 정도씩) 절단하여 짧게 만들어 간다.

소리는 파이프가 짧아질수록 조금씩 높아져서 C의 음이 나게 된다. 다음에는 D의 음을 내기 위한 토운 호울을 뚫는 작업이다. 호울(구멍)은 모두 8개가 있다(그림 4-41에서는 0~7의 숫자가 붙어 있다).

D의 음을 내는 것은 7의 호울이지만, 이 호울은 개구 끝에서 5cm, 파이프의 윗면 부분에 2mmφ을 뚫는다. 그러나 이 구멍만으로는 아직 D의 음이 되지 않을 줄 안다(소리는 D보다 낮을 것이다). 그래서 소리를 높게 하려면 이 구멍의 면적을 크게 하는데, 이 경우 구멍의 모양은 같은 지름의 원통형이 아니라 구멍의 윗면이 넓고 구멍의 밑면으로 감에 따라서 좁아지는 형식(술잔 모양)이 좋다.

그 때문에 2mmφ의 드릴로 뚫은 원통형의 구멍을 크게 만들려면, ＋드라이버의 끝을 구멍에 넣어 돌리면서 조금씩 윗면으로부터의 면적을 키워 나간다. (몇번씩이나 피리를 불어 보고 소리를 들으면서).

소망대로 D의 소리가 날 때 구멍의 크기가 윗면에서 4mmφ, 밑면에서 약 2mmφ 정도의 접시 모양 구멍이 되면 좋다. 이와 같은 모양의 구멍은 손가락으로 구멍을 막았을 때, 구멍을 뚫지 않은 파이프와 음향적으로 동등한 상태이면 가장 좋다.

만일 만들어진 리코오더의 특성이 D의 음을 내는데, 구멍을 더 크게 하지 않으면 안될 상태이면 구멍의 위치를 더 윗부분으로 한다. 이 때는 수고가 되더라도 토운 파이프를 빼내고 다시 새 비닐 파이프로부터 출발하기 바란다.

D의 소리가 정해졌으면 다음에는 E, F, G…의 소리도 같은 식으로 각 토운 호울을 뚫어 나간다. 그 때 간극의 일례는 6·7 사이가 2.5cm, 다음의 5·6 사이, 4·5 사이, …1·2 사이는 2cm 간극으로 실험해 보기 바란다. 파이프의 뒤쪽에 뚫는 0번의 구멍은 1구멍의 바로 밑에서 약 1cm, 윗부분의 뒤쪽에 뚫는다.

9. 전기 하아모니카를 만들자

하아모니카는 다른 악기와 합주할 때, 음량이 작은 것이 결점이다. 그래서 역시 마이크가 필요한데, 이 경우 마이크 코오드를 끌고 다녀야만 한다. 이와 같은 결점을 없애기 위해 나온 것이 전기하아모니카이다.

그림 4-46은 그 전기 하아모니카의 구조를 나타낸 것이며, 하아모니카의 밑에는 금속 케이스가 일체화되어 있다. 케이스 내에는 하아모니카의 소리를 포착하는 작은 보우컬 마이크가 설치되어 있다. 이 마이크 출력은 케이스에 마운트된 소형의 발진기에 직결되어 있다.

따라서 하아모니카의 소리는 소형의 발진기로부터 전파(음질이 좋은 FM 전파)로 수신기와 연결되는 와이어리스 방식으로 되어 있다. 긴 마이크 코오드에 신경쓸 필요 없이 움직이면서 연주할 수 있는 것이다. 이 방식은 기타아나 피리 등 다른 악기에도 응용할 수 있다.

조　립

하아모니카의 밑에 붙는 금속 케이스를 만들자. 재료는 0.2mm 정도의 놋쇠판(없으면 식품상자 등을 부순 양철판도 좋다)이다. 금속판으로 한 이유는 가공하기 쉬운 것 외에, 와이어리스 발진기를 정전적으로 시일드하여 안정된 발진을 하기 위해서이다.

준비한 금속판에 그림 4-47과 같은 치수를 금긋기한다. 그런 다음 금긋기선에 따라 판금가위로 잘라 내는데, 4개의 귀퉁이에는 각각 3mmφ의 구멍을 뚫어 둔다.

잘라 낸 판을 구부릴 때는 3cmφ 정도의 통에 감아서 금속판에 잘 굽어지게 길을 들여 둔다. 이것을 하아모니카 본체에 고정시키는데, 그러기 전에 케이스 내면에는 내장 마이크를 설치해야 된다.

내장 마이크의 조건은 소형으로서 음질이 좋지 않아야 한다. 그림 4-48과 같은 엘렉트릿형 콘덴서 마이크가 그 조건을 충족시켜 주는 마이

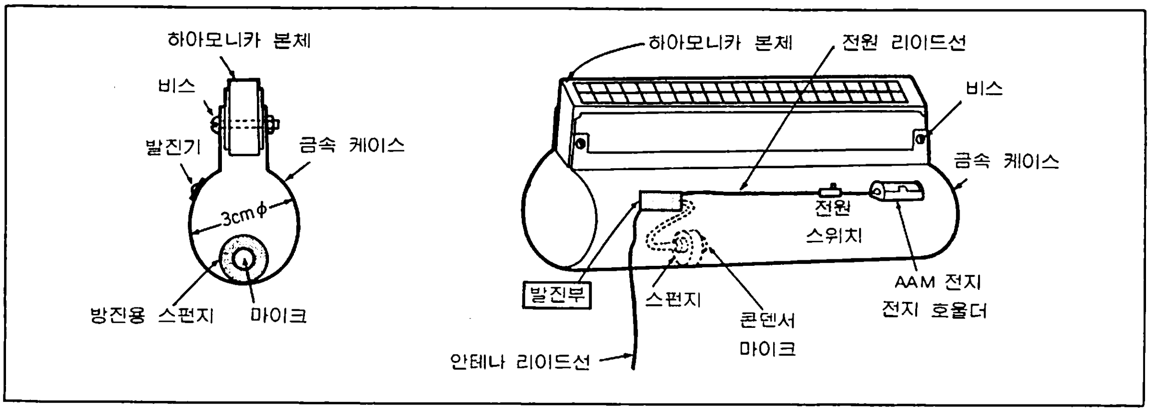


그림 4-46 전기 하아모니카

크이다.

마이크를 고정시킬 때 중요한 것은, 마이크의 옆면을 발포 우레탄과 같은 스펀지로 감고, 그 위에 밴드를 걸어 고정시켜야 하는 것이다. 콘덴서 마이크는 다른 마이크보다 외부의 기계적 진동은 잘 받지 않지만, 이와 같이 다시 스펀지로 방진대책을 강구해 두면 완벽하다.

마이크의 고정위치는 마이크 1개이면, 중앙보다 저음쪽으로 놓고 마이크 앞면이 중앙부쪽을 향하도록 누이어 설치하는 것이다. 마이크의 리이드선은 케이스에 작은 구멍을 뚫어 거기서 케이스 밖으로 빼내어 둔다(나중에 발진기에 접속한다).

마이크가 케이스 내에 설치되었으니 이 케이스를 하아모니카 본체와 도킹시킨다. 그러기 위해서는 하아모니카의 양 끝에 붙어 있는 좌우의 비스 너트를 뺀다. 다음에 케이스에 있는 4 귀퉁이의 귀를 각각 하아모니카의 양 끝에 맞추고, 그림 4-47과 같이 각 귀의 구멍에 빼낸 비스를 끼운 후 하아모니카의 본체와 함께 너트로 조여 붙이면 케이스는 하아모니카의 본체와 일체 된다.

하아모니카만인 경우보다, 하부에 케이스가 붙었기 때문에 좀 큰 것 같이 느껴진다. 그런데 케이스의 양 끝은 무리하게 커버하지 않는 것이 좋다. 여기를 완전히 밀폐시켜 버리면 붙어 넣는 공기 때문에 케이스 내의 습도가 높아진다.

또 마이크로 포착하는 소리도 탁해지기 쉬운 감을 주는 소리가 된다. 따라서 케이스의 양 끝은 트인 통 모양으로 된 것이 좋다.

발 진 기 는

하아모니카의 소리를 FM 전파에 실어 공중으로 날려 보내야 하는데, 이 전파를 내는 역할을 하는 것이 발진기이다. 트랜지스터를 2석 사용한 FM 발진기는 안정되고 일그러짐이 없는 FM 전파를 내며, 그 도달범위는 반지름 30m 정도이다. 이 정도의 발진 파워라면 법률상으로도 저촉되지 않고 보통의 FM 라디오를 상대로 온에

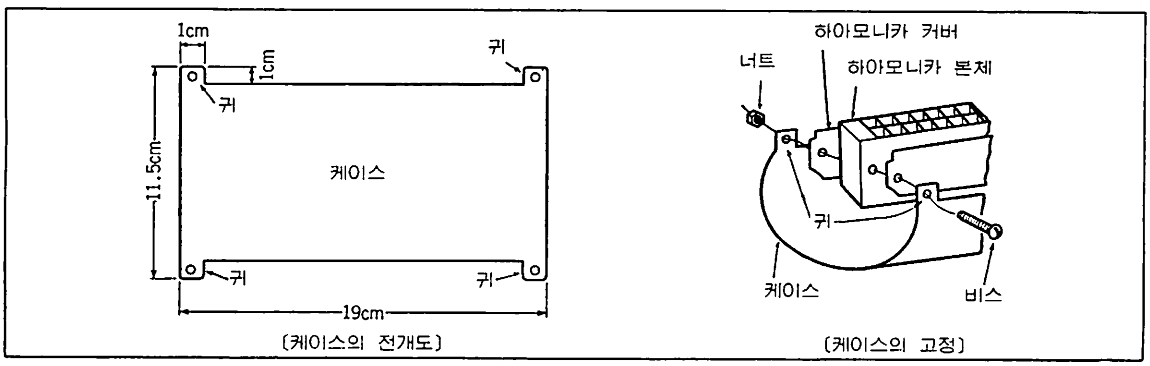


그림 4-47 금속 케이스

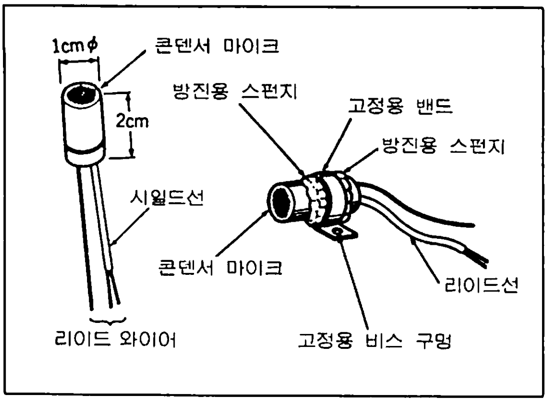


그림 4-48 콘덴서 마이크와 그 고정 방법

어할 수 있는 미니 방송국이라 할 수 있다.

이러한 발진기를 만들어 보는 것도 재미 있다. 이 공작경험은 나중에 나오는 전자 오르간 등의 공작에도 많은 도움이 될 것이다.

회로는 **그림 4-49**와 같다. 회로도에 대하여서 설명을 좀 덧붙여 둔다. 왼쪽의 마이크는 콘덴서 마이크이므로 보통의 마이크와는 달라 리이드선이 3개 나와 있다. 시일드선 외에 비닐선의 단선이 1개 나와 있는데, 이것은 마이크 전원의 +선이므로 전원의 +쪽에 접속한다. 시일드선의 바깥쪽 편선은 어어드쪽의 선이며 전원의 －선을 겸하고 있다.

시일드선의 심선은 호트 와이어인데, 여기에는 포착한 하아모니카음의 음성신호가 와 있다. 이 신호를 증폭하는 것이 초단의 Tr 2SC372 (2SC 형이면 아무거나 좋다)이다.

시일드 와이어의 심선은 이 Tr의 베이스에 접속된 3μF의 一쪽에 납땜하기 바란다. 이미터쪽의 400Ω, 컬렉터쪽의 100kΩ은 이 Tr를 최상의 조건으로 동작시키기 위한 부품이다.

그런데 증폭된 음성신호는 4kΩ, 3μF, 10kΩ, 100kΩ을 거쳐 가변용량 다이오우드(배리캡 SD 112를 구하지 못할 경우에는 1S1058, 1S2094, 1S2236 등도 좋다)에 가할 수 있다. 이 다이오우드는 가해진 음성신호 접압에 대응하여 용량이 변화하는 성능이 있다.

그래서 탱크회로(배리캡 10pF의 C, 발진 코일의 L로 구성)에 짜 넣으면 발진전파를 음성신호로 변조할 수 있다.

그리고 이 발진 코일의 L을 만들려면 약 0.1 mmϕ의 에나멜선을 8mmϕ 정도의 둥근막대(연필 등)에 8번 밀착시켜 감은 다음 연필을 뺀다. 따라서 코일은 스파이럴형(늘어뜨린 스프링 모양)이 된다(**그림 4-50**).

또 이 발진코일의 도중(2.5회째)에서는 10pF의 미니 콘덴서를 납땜하여 탭으로 하고, 그 끝에는 비닐 피복의 리이드선을 약 45cm 안테나로서 빼내어 둔다.

그리고 발진 코일의 코일 갭은 이 간극으로 발진 주파수를 어느 정도 가감할 수 있다(갭을 성기게 하면 발진 주파수가 높아지고, 촘촘하게 하면 주파수가 낮아진다).

이 발진전파는 2번째의 Tr **2SC383(2SC 784**나 **785**도 좋다)로서, 발진 에너지를 공급하는데 3개의 다리(E, C, B)는 접속을 틀리게 하지 않도록 주의한다. 납땜할 때 다이오우드나 전해 콘덴서 등의 극성에도 주의가 필요하다.

발진기는 될 수 있는대로 조밀해지도록 소형의 기판 위에 조립한다. 부품(합계 20개)의 배치는 **그림 4-51**을 참고하기 바란다. 조립한 기판을 케이스에 장치할 때는 기판 밑면에 얇은 플라스틱 시이

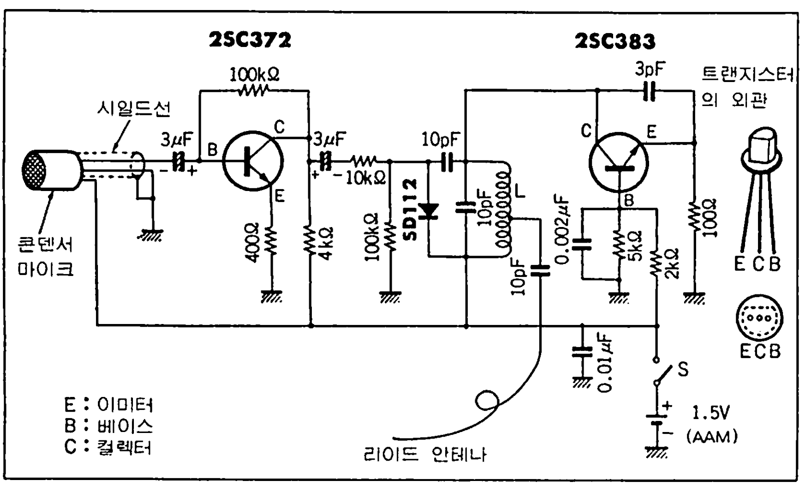


그림 4-49 발진기 회로도

트와 같은 절연판을 깐다. 또 표면 부분은 노출시키는 것이 아니라 그 바깥쪽에 금속판 커버를 붙여 두는 것이 발진이 안정되기 때문에 더욱 좋다.

전원전지(AAM 1개)의 호울더는 기판과는 별도로 하여 케이스에 비스너트로 고정시키는 것이 좋다. 전원 스위치는 소형품을 사용하여 같은 식으로 케이스판에 고정한다.

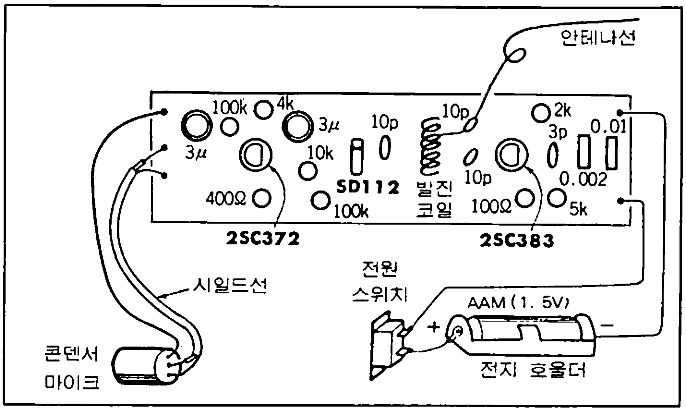


그림 4-51 부품의 배치도

테스트와 그 완성은

FM 방송을 수신할 수 있는 호움 라디오를 준비한다. 그리고 이 라디오와 전기 하아모니카의 스위치를 각각 ON한다. 다음에 라디오의 볼륨을 최대의 위치로 해 두고, 동조 손잡이를 조금씩 돌린다. 90MHz 부근(발진 코일이 촘촘하면 70~80MHz 부근)에서 갑자기 하울링이 일어나지 않는가(그림 4-52).

하울링이 일어나는 것은 라디오의 스피이커로부터의 소리가 전기 하아모니카의 케이스 양 끝에서 침입하여 케이스 내의 마이크에 포착 되었기 때문이다. 포착된 소리의 신호는 증폭되어, 발진하고 있는 FM 전파에 실려 라디오까지 피이드백된 것이다. 따라서 하울링이 일어나는 것은 만든 전기 하아모니카가 확실하게 작동하고 있는 것이다.

그래서 전기 하아모니카를 라디오에서 떨어진 위치로 이동시켜(떨어지면 하울링이 그친다) 좋아하는 곡을 불어 보자. 호움 라디오의 스피이커에서는 여러분이 분 멜로디가 흘러 나올 것이다. 음질도 콘덴서 마이크이므로 맑은 소리가 울릴 것이다.

호움 라디오가 아니라 FM 튜우너 있는 대출력 앰프로 이 전기 하아모니카를 테스트하면, 여러분이 분 멜로디는 하아모니카의 소리라고는 생각되지 않을 정도로 박력있게 울린다. 또 스피이커를 악기 전용의 스피이커(제 6 장 3 항 참조) 등으로 바꾸면 훨씬 독특한 소리가 된다.

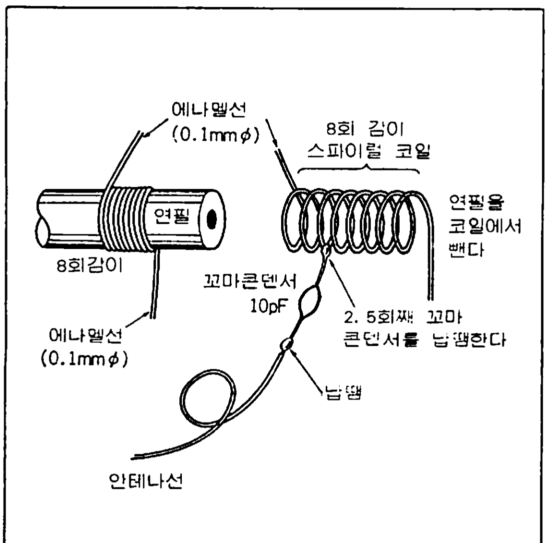


그림 4-50 발진 코일 만드는 법

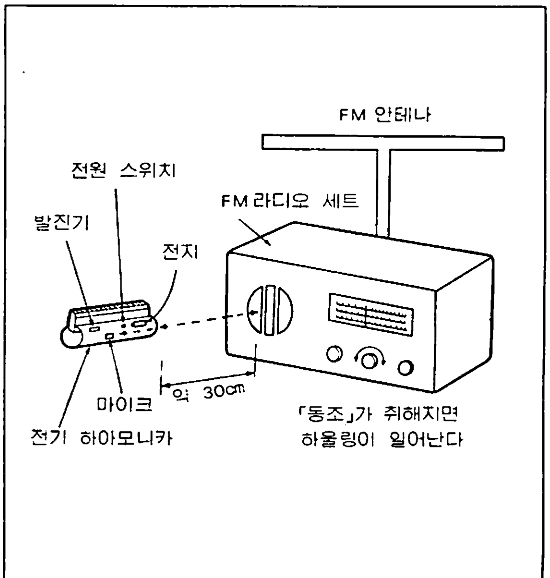


그림 4-52 동조점 찾는 법

소프라노 트롬본

금관악기라 하면, 첫째는 트럼펫과 트럼본일 것이다. 브릴리언스가 넘치는 소리가 반짝거리는 놋쇠 호온에서 울려 나올 때 왜 그런지 나는 「전설 나라」의 요정들이 부는 팡파아르를 연상한다.

관악기의 기원을 더듬어 올라가면 고대 그리이스에서 정착한 「아우로스의 피리」가 바로 그것인데, 근세의 17세기에는 아직 트럼펫이 없고 트롬본에 트럼펫과 같은 높은 음역을 가진 것이 있었던 모양이다. 그래서 그 높은 소리를 낼 수 있는 「소프라노 트롬본」을 생각해 보자.

잘 아는 바와 같이 「금관계 악기」에는 클라리넷이나 오보에 등의 악기에 있는 것과 같은 리이드는 없다. 그에 대신 역할을 하는 것은 금관악기를 부는 사람의 입술 자체이다. 트럼펫이나 트롬본을 불 때 마우스 피이스에 입술을 대고 「비이」하든가 「부우」, 「뚜우」하며 입술을 떨면서 바람을 불어 넣는 것이다.

그 때 입술이 리이드가 되고, 발생하는 소리는 「여러 가지 진동수 성분을 포함한 소리」가 된다. 그래서 이와 같은 소리 중에서 필요한 음정의 소리가 울리도록 파이프(공기 기둥)의 길이를 바꾸면 그 피치의 소리가 생긴다. 이와 같이 하여 만들어 낸 소리는 호온(나팔)의 작용으로 외계에 효율적으로 울리게 할 수 있다.

소프라노·트롬본의 음역을 F#에서 C′라고 하면 그 기음 진동수는 185～1047Hz까지가 된다(그림 1-3 참조). 따라서 원리적으로 파이프 부분의 길이를 약 16cm에서 92cm까지 바꿀 수 있게 한다. 이와 같이 넓은 범위로 파이프를 신축하지 않으면 안되게 된다면 공작에 있어서나 연주하는데 있어서 무리가 생긴다.

그러나 관악기의 파이프는 개관으로 볼 수 있다. 개관일 경우 그 울림은 자연히 배음에도 영향을 주어 진동시킨다. 그래서 그 특성을 금관악기에서는 잘 이용하고 있다.

자연배음이란 진동수가 간단하고 정수배로 되어 있는 소리를 말하는 것으로서, 이를테면 C의 음에 대해서는 Ċ, Ġ, C̈, Ë 등이 그 자연배음이다.

트롬본에서는 예의 7종류의 포지션이 있는데, 이 기음과 그 자연배음을 사용함으로써 음역 내의 음계음은 모두 구별하여 불 수 있다. 따라서 F#에서 C까지를 기음으로 하면 파이프 부분의 길이는 65cm부터 92cm까지 변화할 수 있으면 되고, 연수상의 스트로우크는 차이의 27cm면 된다.

그런데 이 소프라노 트롬본은 자작할 수 있을까. 그러기 위해서는 아무래도 꼭 접촉하고, 게다가 원활하게 미끄러질 수 있는 2개의 금속파이프(지름은 약 1cm)를 입수하는 것이 선결문제이다.

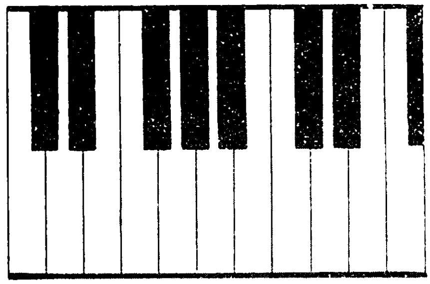
다음의 문제는 이와 같은 파이프를 아마튜어가 구불구불하게 구부리는 세공은 무리일 것이다. 그래서 팡파아르 등을 불어 대는 내추럴 브래스와 같이 직선적인 스타일을 가진 것을 만들도록 하면 어떨까. 다음 문제는 파이프의 선단에 붙는 호온이다. 이 부분은 그림 6-19를 참고하여 얇은 놋쇠판으로 가공한다.

입가의 마우스 피이스만은 메이커제를 구하기로 했다. 정식의 것은 비싸므로, 필자는 연습용의 트럼펫 마우스 피이스를 사용해 보았다. 그것은 은색으로 도금한 플라스틱제로서 악기점에서 팔고 있다. 어쨌든 금관악기라는 것은 한번쯤은 탐구해 볼 가치가 있을 것 같다.

5 전자의 소리를 만들어 내자

1. 단음 전자 오르간
2 리듬 박스
3. 본격적인 전자 오르간

5. 전자의 소리를 만들어 내자



지금까지의 공작에서는 주로 자연악기 (전기를 사용하지 않아도 소리를 낼 수 있는 보통의 악기) 등의 소리나 물리적인 진동을 여러 가지 수법으로 전기적으로 픽업하여 그 신호를 증폭하고 스피이커를 울려 왔다.

그러나 이 장에서는 음(토운) 신호를 자연악기에 의존하지 않고, 그 신호의 발생을 전자회로에 의하여 만들어 내려는 것이다. 말하자면 순전자식의 악기를 만들려는 것이다. 이 형의 전기악기 (전자악기 등으로 불린다)는 자연의 진동물을 전혀 사용하고 있지 않기 때문에 자연악기로는 낼 수 없는 독특한 음색의 소리를 낼 수 있다. 물론 여러 가지 자연악기의 소리와 비슷한 소리도 발생할 수 있다.

어쨌든 발음원이 전자회로이기 때문에 회로를 여러 가지로 연구함으로써 변화가 풍부한 신호 파형을 창조할 수 있다.

1. 단음 전자 오르간

처음으로 시작해 보는 전자악기는 쉽게 만들 수 있는 「단음 전자 오르간」으로 하자. 백화점의 완구판매장 등에 있는 완구용의 전자 오르간도 그 대부분이 단음형이다. 그런 방식의 오르간은 트랜지스터 등을 사용한 간단한 발진기에서 그 음신호를 만들고 있는 것으로 생각된다. 따라서 건반을 눌러 보면 화음이 나지 않는 것이 많은 것 같다.

그러나 여기서 만드는 전자 오르간은 단음만으로는 아무래도 좀 부족한 감이 든다. 그래서 건반으로 연주한 소리는 단음이라도 그 소리의 코우드(화음 코우드)인 화음도 낼 수 있는 전자 오르간을 만들어 보고 싶은 것이다. 이 오르간 같으면 오른손 건반으로 멜로디를 연주하고, 왼손의 코우드 키이로 그 코우드음을 누름으로써, 2개의 소리를 동시에 울리게 할 수 있다.

그러나 그러기 위해서는 음원신호를 만드는 발진기가 2조 필요하다. 멜로디음과 코우드 음은 별개의 발진기로 발진시켜야 한다.

발진기(음원신호 발생기)를 조사해 보자

음신호를 만드는 발진기는 그림 5-1과 같이, 트랜지스터 1석으로 발진신호를 만들 수 있다.

신호가 증폭되어 나오는 컬렉터쪽으로 부터의 신호는 한번 더 입구의 베이스쪽으로 돌아가기 때문에 이 신호는 다시 증폭되는 것이다. 그리고 이것이 또 한번 더 입구의 베이스쪽으로 돌아가는데, 이런 과정을 몇번이나 계속 반복한다. 포지티브 피이드백이라는 수법이 이 방법이다.

이와 같은 반복 동작을 계속하는 것을 발진이라 한다. 다만 이 경우, 발진하는 주기(진동수에 대응)는 피이드백 도중에 넣어 놓은 콘덴서 C와 저항 R의 값(상승적)에 의하여 결정된다. 일반적으로는 R의 저항값을 여러 가지로 바꿈으로써 희망하는 높이의 신호 진동수를 발진시킬 수 있다.

그러나 이상과 같은 음신호의 발생 방법은 정석이라고는 하지만, 트랜지스터를 사용하는 점에서 좀 낡은 형의 신호발생법이 되어 버렸다고 할 수도 있다.

그래서 지금부터 만드는 전자 오르간에서는 그 신호발진에 트랜지스터를 사용하지 않고 디

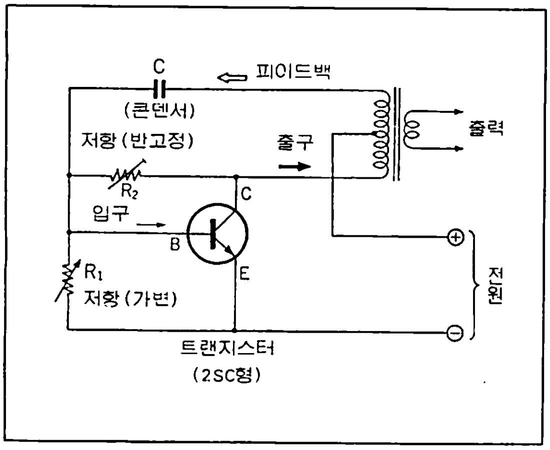


그림 5-1 발진을 일으키는 회로

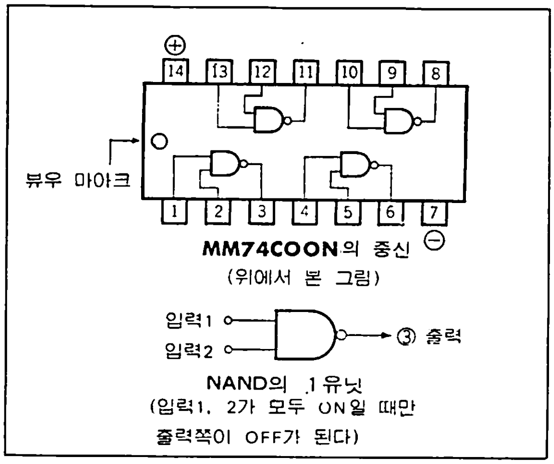


그림 5-3 IC 내부의 접속도

지를 IC(집적회로)를 사용해 보았다. IC로서는 2입력 4회로의 NAND(AND-NOT) 게이트형으로서 MOS IC인 MM 74COON 등이 어떨까.

이 IC의 외관은 그림 5-2와 같이 지네 같은 모양으로 되어 있다. 그리고 그 내부는 그림 5-3과 같은 4개의 유닛 회로가 1팩 속에 들어 있다.

이 IC의 4회로분을 2회로분씩 나누어 사용하면 무안정의 멀티바이브레이터를 그림 5-4(B)와 같이 2조 만들 수 있다. 따라서 이 2조의 바이브레이터를 각각 멜로디용과 코우드용의 음원발진기로서 사용하면 발진부는 IC 1개로 처리할 수 있다.

또 코우드음이 필요 없는 경우는, 한쪽의 2회로분을 놀리고 멜로디용만의 발진회로를 조립해도 된다.

발진회로와 증폭회로는

IC를 사용한 바이브레이터의 발진회로를 좀 생각해 보자. 이 발진용 IC는 2유닛씩을 2조로 나누어 사용할 때, 1, 2번핀과 12, 13번핀이 입력쪽이 된다(그림 5-2 뷰우 마아크를 표적으로 삼는다). 그리고 출력쪽은 6번핀과 8번핀인데, 이 핀이 각각의 출력단자가 되는 것이다.

이 2유닛을 발진시키기 위해서는 트랜지스터의 발진회로와 같이, 출력쪽의 핀에서 콘덴서C를 통하여 입력쪽의 핀에 신호를 한번 더 돌려보낸다. 예의 포지티브한 피이드백의 수법이다(그림 5-4 A).

이 IC 2조의 회로에 각각 〔A〕와 같은 회로를 짜 넣으면, 2조의 발진(무안정 멀티 발진)을 따로따로 일으킬 수 있다(그림 5-4 B). 각 발진 주파수(진동수) f는 회로 속의 콘덴서C와 저항

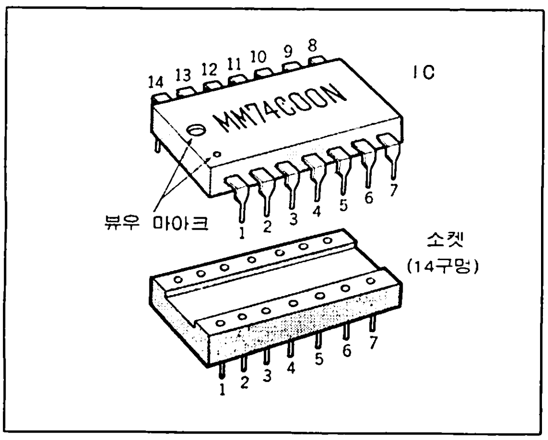


그림 5-2 IC와 IC 소켓의 외관

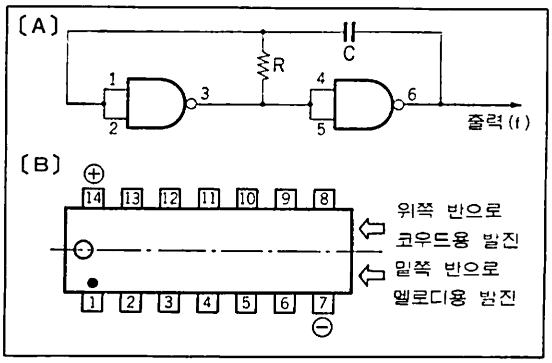


그림 5-4 (A) 발진을 일으키는 회로
(B) 1개의 IC로 2개의 발진기

R의 곱에 반비례한다. 그래서 음계의 높이는 이 진동수 f로 결정되기 때문에 음계에 대응하는 C·R의 값을 정하고, 음계의 각 음신호를 발진신호로 만들 수 있는 것이다. 보통 C·R의 곱은 C를 일정하게 해 두고 R의 값을 반고정저항기등으로 바꾸어 음계를 만드는 방법이 취해지고 있다.

이와 같이 1개의 IC에서 멜로디용과 코우드용, 2조의 발진회로를 만드는 회로가 **그림 5-5**이다. 갑, 을의 부분에는 멜로디음의 신호와 코우드음 신호의 출력이 각각 나와 있다. 이 2개의 신호 출력을 그대로 1개로 모아 앰프의 입력단자에 가하면, 멜로디음과 그 코우드음이 화음으로 되어 스피이커에서 울려 나올까. 유감스럽지만 그렇게 간단히 되지는 않는다. 실제로 해보면 서로의 신호는 상호영향을 주어 깨끗하지 못한 소리가 되어 버린다.

그러면 서로의 신호를 가하여 아름다운 하아모니를 만들기 위해서는 어떻게 하면 좋을까. 그 방법으로서는 NOR 게이트용 IC(4078B 등)를 사용하여 개개의 입력신호를 믹스하는 것도 하나의 방법이다.

그러나 필자는 앰프와 스피이커를 2계열로 하고 각 신호를 따로따로 음성화하도록 해 보았다. 즉, 2개의 신호는 회로 내에서 믹스되는 것이 아니라, 음성으로 되어 공기 속에서 혼합되게 한 것이다. 이렇게 하는 것이 음원의 복수이기 때문에 소리가 입체화하고, 화음이 자연스럽게 울리는 것 같이 느껴진다.

이 경우 앰프가 2계열로 되어 버리면, 만드는데 2배의 수고가 필요하므로 곤란할 것 같다. 그러나 앰프도 파워 IC의 힘을 빌게 되면 부품수도 그다지 많지 않아 비교적 간단히 만들 수 있다.

지금부터 만드는 오르간의 출력, 즉 음량에 따라 파워 IC가 결정되는데, 출력이 약 1W 전후인 것이면 LM380N이 적당하다(엘렉트릭기타아에서도 사용한 **그림 2-14**). 이것은 14개의 핀이 나와 있는 지네형으로서, 외형 핀 넘버는 **그림 5-2**의 MM74COON과 똑 같다(접속은 **그림 5-6**).

이 IC를 2개, 그리고 IC에 접속할 스피이커도 2개 준비한다. 음질이 별로 문제가 되지 않는다면 보급형의 어떤 스피이커라도 좋을 것이다. 앰프는 멜로디부 앰프와 코우드부 앰프 2계열이 필요하게 된다. 그 회로는 2계열이 모두 같은 것이다. 그 회로를 1계열은 실체도로 나타냈고, 1계열은 회로도로 나타낸 것이 **그림 5-6**이다.

제작법은

전체의 디자인은 받침판의 배후에 패널판이 붙

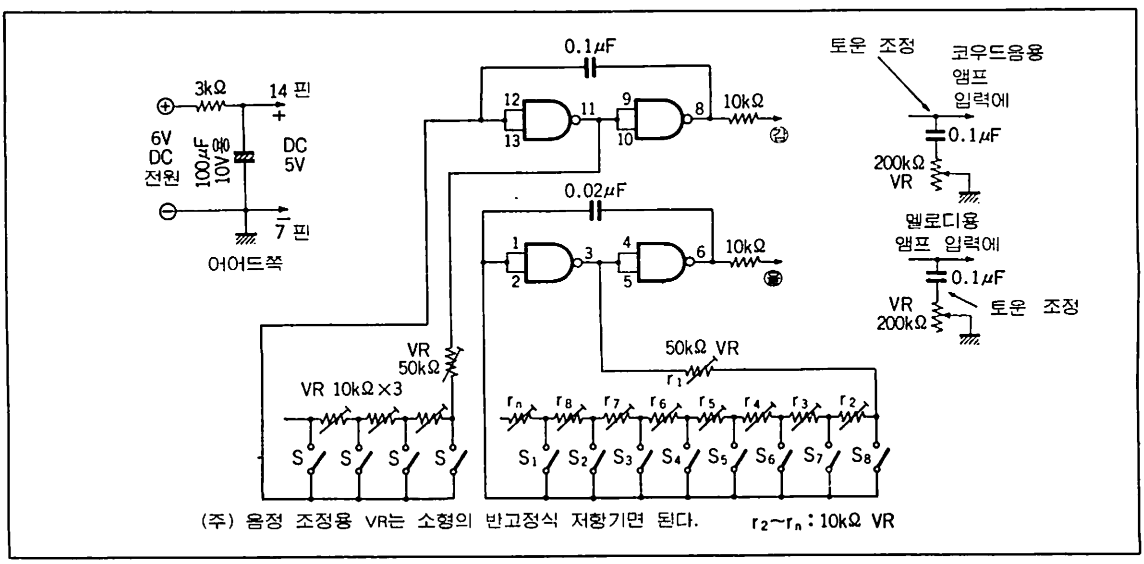


그림 5-5 발진부 회로도

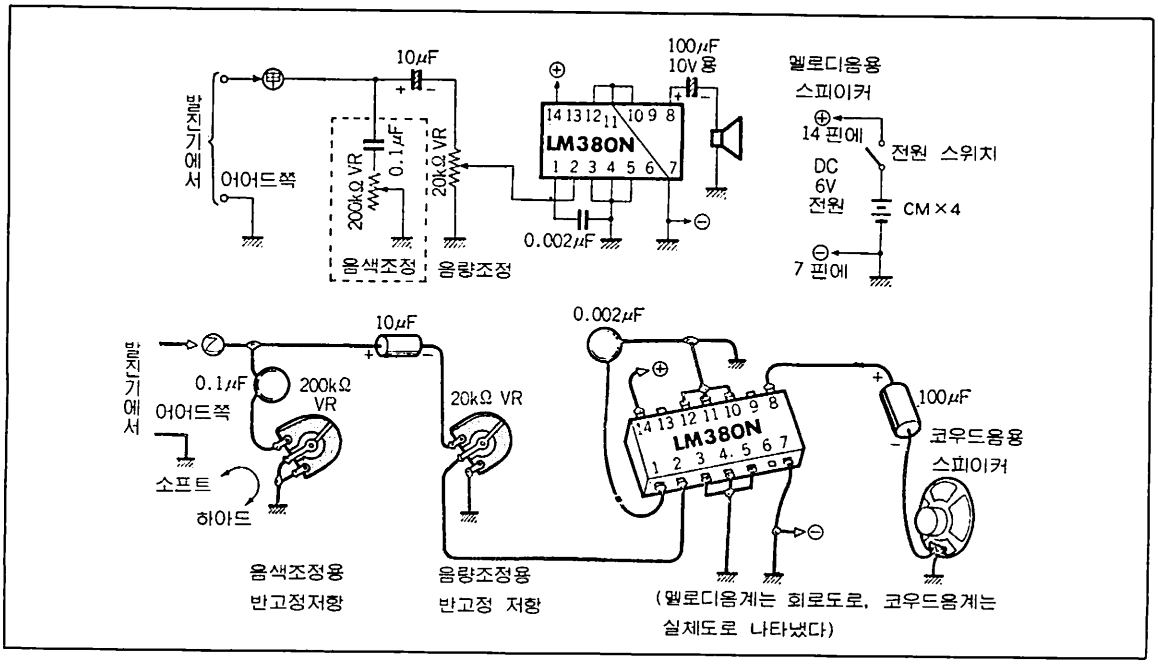


그림 5-6 음성신호 증폭회로도

는 체재로 했다. 패널에는 2개의 스피이커를 배열하고, 음신호 발진부, 앰프부 등은 패널 중앙부의 기판에 배열하고 받침판 위의 오른쪽에 건반을, 왼쪽에 코우드용 스위치를 배치한다.

이 전자 오르간의 공작에서 가장 머리를 짜야 하는 것은 건반 부분이다. 나중에 서술하는 본격적 전자 오르간에서는 메이커제의 건반을 구입하지만, 이 단음 전자 오르간에서는 건반 부분을 자작한다.

건반은 단지 건반만이 아니다. 각 키이에는 각 높이의 전자음회로를 개폐하는 스위치가 붙는다. 누구라도 만들 수 있는 건반으로서 그림 5-7과 같은 건반기구는 어떨까. 이런 구조라면 ON·OFF의 동작이 확실하다.

먼저 플라스틱제의 흰 책받침을 하나 구한다. 문방구점에서 사면 된다. 이 책받침을 키이의 폭과 같이 자르면 키이가 된다.

이 키이는 플라스틱의 책받침이기 때문에 연주할 때 손의 촉감도 좋고, 그 자체가 탄력성이 있어서 별도로 스프링을 사용하지 않아도 된다.

이 키이의 밑에는 각각 키이가 붙는다. 스위치는 될 수 있는대로 가벼운 힘으로 작동하는 것이 좋고, 그렇게 함으로써 신뢰성이 높은 것을 바랄 수 있다. 그림 5-7에 있는 것과 같은 오오토메이션 기기 등에도 사용되는 스위치이다. 키이 보오드는 그림 5-7을 보고 바라는 수의 키이를 배열하도록 한다(그림 5-11의 키이 보오드는 1옥타아브뿐).

참고로 메이커제의 키이보오드를 조사해 보면, 각 키이는 손가락이 닿는 부분에서 약 50g 무게의 힘이 가해지면 작동하도록 되어 있었다. 이것은 키이 위에 1원짜리 알루미늄주화 약 50개를 올려 놓으면 키이가 내려가 소리가 나는 구조로 되어 있다.

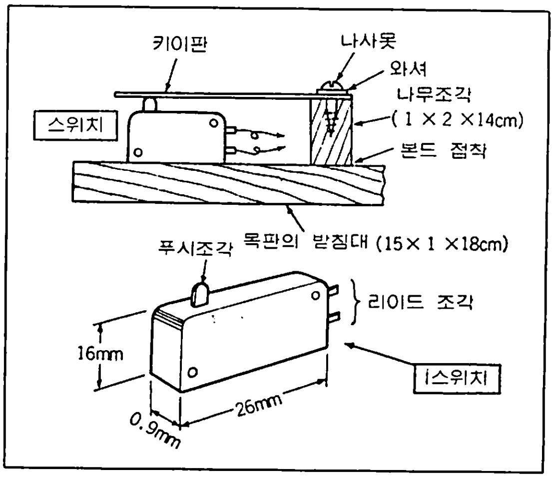


그림 5-7 키이와 스위치

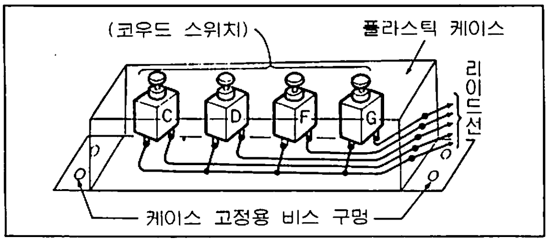


그림 5-8 코우드 버튼의 고정

다음은 코우드음을 ON, OFF하는 부분이다. 시험제작기는 이 부분에 키이와 같은 것을 사용하지 않고, 가볍게 작동하는 소형 푸시 스위치(그림 5-8)를 그대로 1 열로 배열하여 사용했다. 이 스위치는 푸시하는 부분이 약 0.6 cmφ 정도의 원형 버튼으로 되어 있다. 이것은 마치 아코오디언의 코우드 버튼과 같은 촉감을 손가락으로 느낄 수 있다.

멜로디 연주의 키이 부분과 코우드 연주의 버튼 스위치 부분은 받침판에 고정시키는 것인데, 받침판의 길이는 이 오르간의 음역(키이와 버튼의 수)에 의하여 정해지는 것이다. 즉, 음역의 폭을 넓게 하면 긴 받침판이 필요해진다. 시험제작기에서는 멜로디음의 키이보오드 부분이 1 옥타아브분(반음 생략)으로서 코우드음은 C, D, F, G(각 코우드의 주음)의 4 개뿐이었으므로, 받침판은 폭 12cm, 두께 2 cm의 목판을 사용하고, 30cm분만큼의 길이면 되었다. 만일 멜로디 부분의 키이가 2 옥타아브분 정도를 설치한다면 약 50cm 정도 길이의 목판이 필요할 것이다.

조 립 은

이 받침대에는 뒷면쪽에 패널이 고정된다. 패널의 좌우에는 2 개의 스피이커가 고정되어 있기 때문에 스피이커의 구경에 맞추어 소리가 방사되기 쉽게 구멍을 뚫는다.

패널 중앙에는 **그림 5-9**와 같이 발진용의 IC (MM74COON)와 파워 증폭용의 IC(LM 380N ×2개) 등이 고정될 기판을 설치한다. 기판은 구멍 뚫린 만능기판이 편리하다. 이 기판은 IC의 핀 간격에 구멍이 뚫리고 IC나 IC소켓의 핀을 그대로 끼울 수 있게 되어 있는 만능형의 기판이다.

2 개 사용하는 LM380N은 기판에 직접 고정하고 IC의 핀에는 직접 납땜작업을 해 나간다. 그러나 발진용의 IC MM74COON 은 MOS형이라는 정전기에 약한 형의 IC이므로 여기에 직접 납땜인두를 대는 것은 피하는 것이 좋고, **그림 5-2** IC소켓을 고정하고, 배선은 소켓의 핀에 납땜한다.

패널 중앙에 붙인 만능기판에는 **그림 5-10**과 같이 2 조의 앰프부와 발진부가 내장된 것이다. 발진 부분에서 음계 조율용의 반고정 저항만은 수가 많기 때문에 패널의 앞면에 러그판을 사용하여 고정한다.

다음은 전원 부분이다. 앰프부에 DC6V(발진부는 DC5V)가 필요하다. 그 때문에 CM전지(DM이나 AAM도 좋다) 4 개를 직렬로 하여 전지 케이스에 넣고 패널 뒷면에 설치했다. 또 전지의 소모가 걱정되면 **그림 2-16** 등을 참고하여 DC6V 출력의 전원 어댑터를 만든다.

소리를 내어 보자

단음 전자 오르간의 제작이 끝났으면 작동 시험을 해 보자. 세트의 전원을 ON으로 하고 멜로디부의 각 건반을 눌러 보자. 각 스피이커에서는 특징 있는 음색의 전자음이 나는가. 상당한 음량으로 전자음이 나면 발진부와 증폭부는 거의 정상으로 작동하고 있는 것으로 생각해도 좋을 것이다.

건반은 각 키이음이 나면 스위치 회로의 ON, OFF도 문제 없다. 코우드부의 각 버튼 스위치에 대해서도 같은 시험을 해 보기 바란다.

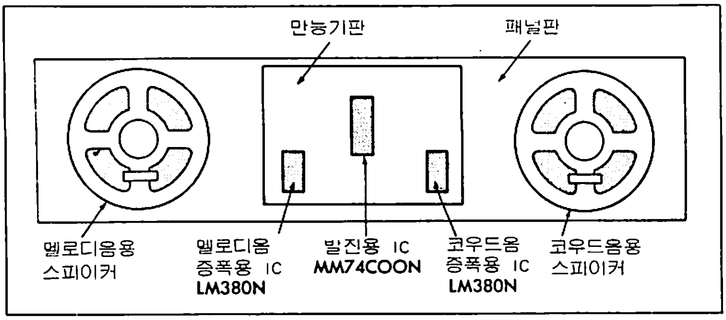


그림 5-9 패널 뒷면도

시험에서 난 전자음은 아직 조율이 되어 있지 않으므로 각 음은 음계를 이루지 않는다. 높이는 아직 들쭉날쭉하다. 조율은 패널 앞면 러그판의 반고정저항기(r_1~r_n)로 하는데, 그 수는 음계 키이의 수만큼 필요하다. 그 때문에 단가가 싼 반고정식의 저항기를 직렬로 배열하여 사용한다.

저항값은 r_1이 50kΩ, r_2~r_n은 각각 10kΩ 정도면 될 것이다. 이 반고정의 저항기는 회전축이 없고, 그림 5-11과 같이 중심을 작은 드라이버로 돌려 그 저항값을 바꾸도록 하는 것이다.

조율작업은 멜로디부, 코우드부 모두 그 음역의 최고음을 정한다. r_1의 가변으로 그 음정을 택할 수 있지만, 그 높이는 자유로이 정해도 된다. 그러나 다른 악기와 합주한다면 피아노 키이를 두드리면서 올바른 절대음정에 맞추지 않으면 안된다. r_1의 저항기를 조금씩 돌림으로써 바라는 높이의 피아노음과 동조시킬 수 있다(r_1의 저항기만으로 희망하는 높이의 소리가 나지 않을 경우는, 발진부 콘덴서의 용량값을 조금 변경시켜 본다).

기준이 되는 최고음이 정해졌으면, 다음에는 r_2… r_n의 가변저항기로 음정이 내려가는 쪽으로 1음씩 조율해 가면 된다.

멜로디부 전반, 코우드부 버튼의 조율이 끝났으면 한곡 연주해 보자. 코우드음도 나는 전자의 소리가 방안 가득히 퍼질 것이다. 순 엘렉트로닉스로 만든 소리도 새로운 매력이 아닐까.

끝으로 이 새로운 소리를 좀 음미해 보자. 디지털 IC로 발진시킨 음원신호의 파형은 멀티바이브레이터의 발진이기 때문에 대개 그림 5-12A와 같은 파형이다. 이 파형은 이 그림 C의 구형파(사인파형의 기본파와 그 홀수배의 사인파를 합성한 톱니파)와 비슷하지만, 이 그림 D의 톱니파(사인파형의 기본파와 그 정수배의 사인파를 합성한 파)의 성분도 섞여 있는 느낌이다.

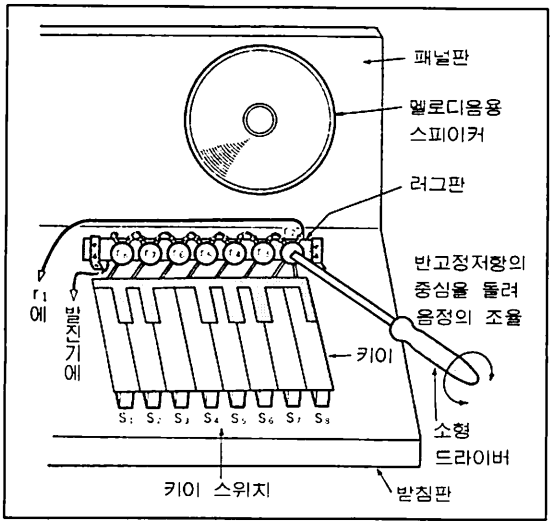


그림 5-11 음정의 조율

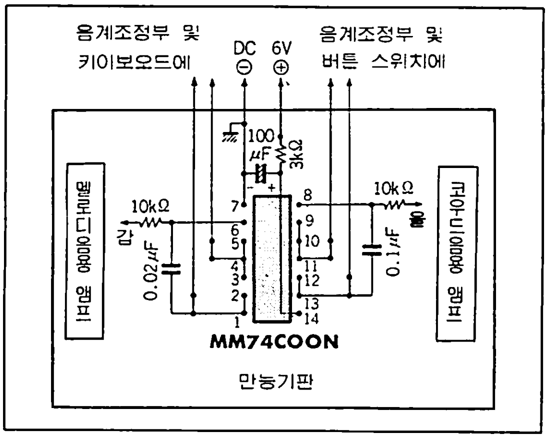


그림 5-10 기판의 뒷면

따라서 이와 같은 파형의 음은 앞서 조율한 때 들은 음색과 같은 느낌으로서, 이 음은 위에 말한 배음을 많이 포함하고 있다. 이와 같은 음성신호는 회로 속에 필터를 넣어 주면, 특정한 배음이 여과(필트)되기 때문에 음색을 바꾸기 쉽다.

그래서 이 코우드 있는 단음 전자 오르간에서도 음색이 1종류뿐이면 좋지 않다. 그러므로 필터를 붙여 음색을 바꾸어 보자. 가장 간단한 필터는 콘덴서이다. 콘덴서를 음원회로의 출력쪽과 병렬로 넣으면 높은 배음이 흡수되어 그림 5

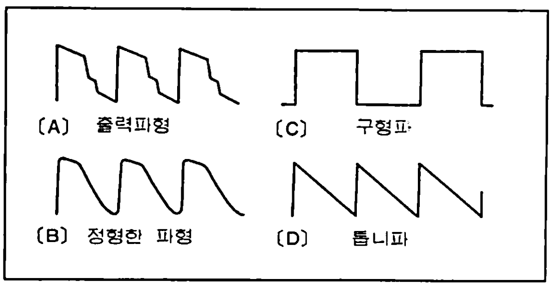


그림 5-12 여러 가지 파형

-12와 같이 파형의 각을 없앨 수 있다. 그 때문에 소리는 부드러운 느낌을 주는 소리로 된다.

콘덴서의 동작상태를 변화시키려면 가변저항기(200kΩ VR)와 조합시키면 음색이 조금씩 바꾸어지고, 브릴리언스의 음색에서 소프트한 음색까지 연속적으로 변화시킬 수 있다(그림 5-6).

이러한 전자 오르간에는 아직 비브라아토, 트레몰로 회로 등 재미 있는 방법이 남아 있다. 그러나 그것은 나중에 본격적인 전자 오르간에서 공부하기로 하자.

2. 리듬 박스

리드미컬한 플레이는 악기를 연주하는데 있어서 중요한 기술의 하나이다. 그러나 이 리듬감이라는 것은 천성적인 것과 상당히 관계가 있는 것 같은데, 필자는 아무래도 리듬감이 잘 잡히지를 않는다. 이럴 때는 원터치로 리듬을 자동적으로 만들 수 있는 기계가 있으면 편리하다.

언젠가 사이드맨이라는 회전원판식의 자동 리듬기가 보급된 적이 있었다. 원주를 n등분한 접점부를 돌림으로써 n박자의 신호를 만들고, 그 템포는 원판의 회전수를 조정하여 정하는 고전적인 장치였다.

그러나 엘렉트로닉스의 진보는 리듬을 발생하는 전자회로를 19.1×6.5㎜의 작은 칩 속에 든 리듬 패턴 발생용의 LSI를 개발한 것이다. LM8972나 LM8370, 8371 등이 그것이다.

전자는 마아치, 비긴, 보사 노바, 록, 왈츠, 스윙, 보사 록, 왈츠 록 등 8종류의 리듬을 만들 수 있고, 후자는 그 밖에 맘보, 라텐, 차차, 바라아드 등까지 만들 수 있다.

그리고 이들 리듬 템포는 가변저항기로서, 어떻게라도 가변이 된다. 그럼 이제 이 전자식 리듬기(사용례 LM8972)의 동작을 그림 5-13블록 다이어그램으로 검토해 보자.

그 구성과 동작은

스타아트 스위치의 ON으로 외부발진기(발진주파수를 가변하여 템포 설정)가 작동하고, 그 발진 펄스는 LSI에 보낸다. 그 때문에 LSI 에서는 내부 카운터가 작동하여 리듬 패턴이 만들어진다. $S_1 \sim S_5$의 리듬 선택 스위치를 미리 세트(그림에서는 S_3와 S_4가 ON)해 두면 지정된 리듬(이 경우는 스윙)이 음원회로를 통하여 출력된다.

이 리듬 박스의 실제 회로도는 본체가 그림 5-14, 전원은 그림 5-15와 같다.

제 작 법 은

이 리듬 박스는 소형의 앰프 케이스에 짰다. 부품의 고정과 배치의 일례가 그림 5-16이다.

순서는 부품을 고정시킨 후, 전원장치 → 발진기 → 템포 표시회로 → LSI 소켓과 스위치에 대한 배선 → 음원회로 → 출력신호 증폭부와 같이 진행시켜 가는 것이 좋을 것이다.

전 원 회 로

그림 5-15가 전원부의 회로도이다. 전원 트랜스는 2차쪽이 18~20V짜리를 사용하는데, 전류는 적기 때문에(0.1A 정도) 소형의 전원 트랜스면 된다.

이 AC18V를 브리지형의 실리콘 다이오우드(WO-2, M4C-1)로 전파정류하고, 정전압용 IC의 3단자 레귤레이터(MC7818PC나 μA7818UC)로 정전압의 DC18V를 얻고 있다. 평활용의 C는 용량이 1000μF인 전해 콘덴서 (내압은 입력쪽이 35V, 출력쪽은 25V용)를 사용했다.

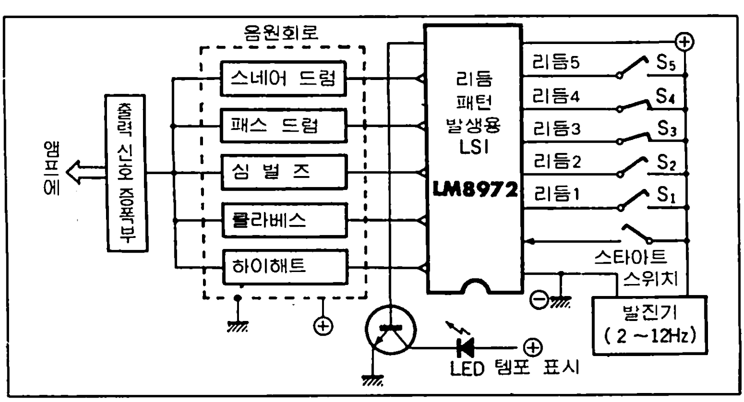


그림 5-13 리듬박스의 다이어그램

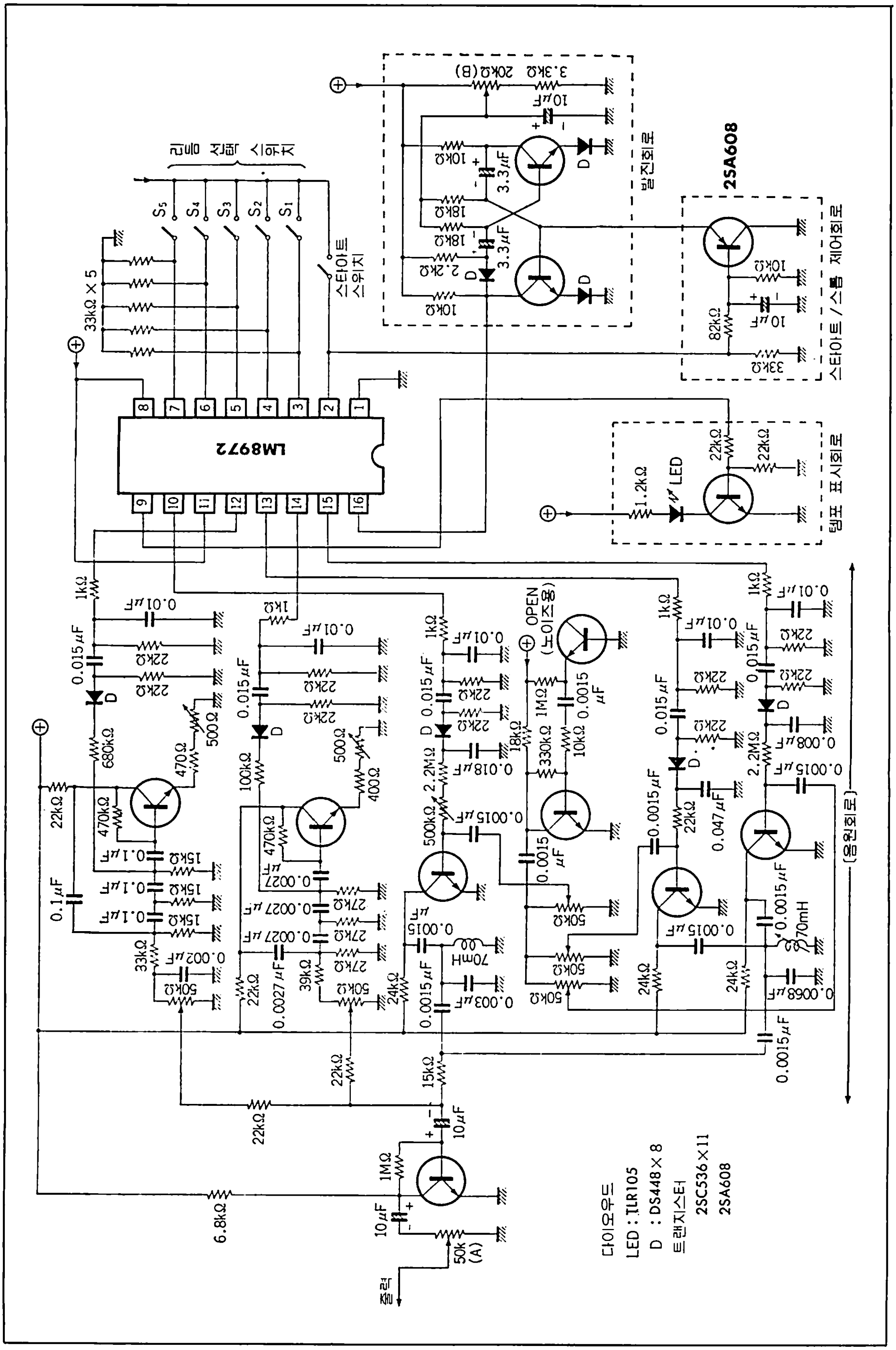


그림 5-14 리듬 박스 회로도

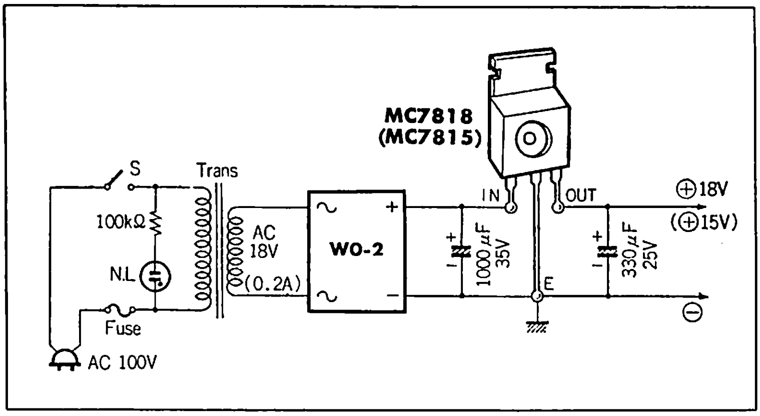


그림 5-15 리듬 박스의 전원회로

이 전원장치에서는 특히 출력전압의 안정화와 험이 나지 않도록, 약간 지나칠 정도로 대용량의 콘덴서를 썼다. 트랜스의 1차쪽에는 퓨우즈와 스위치가 붙고 파일럿 램프용으로서는 소형의 호울더 든 네온관 (100kΩ을 직렬로 넣는다)을 사용했다.

본체의 배선

리듬 박스 본체는 발진회로, 템포 표시회로와 음원회로를 따로따로의 기판(만능기판)으로 나누어 조립하는 것이 나중에 점검할 때도 편리하다.

회로도의 오른쪽 밑부분은 발진회로이다. 발진은 멀티바이브레이터 발진을 시키고 있다. 20kΩ의 가변저항기 B를 돌림으로써 2~12Hz의 범위에서 극저주파를 만들 수 있다. 이 발진 펄스는 LSI의 클럭 단자16에 입력되고 그 주파수는 리듬의 템포를 결정한다.

그리고 LSI의 ⑨핀에서는 템포 표시 신호가 출력되고 있다. 템포를 시각적으로도 확인할 수 있게 하려면 이 신호를 1석으로 드라이브하고,

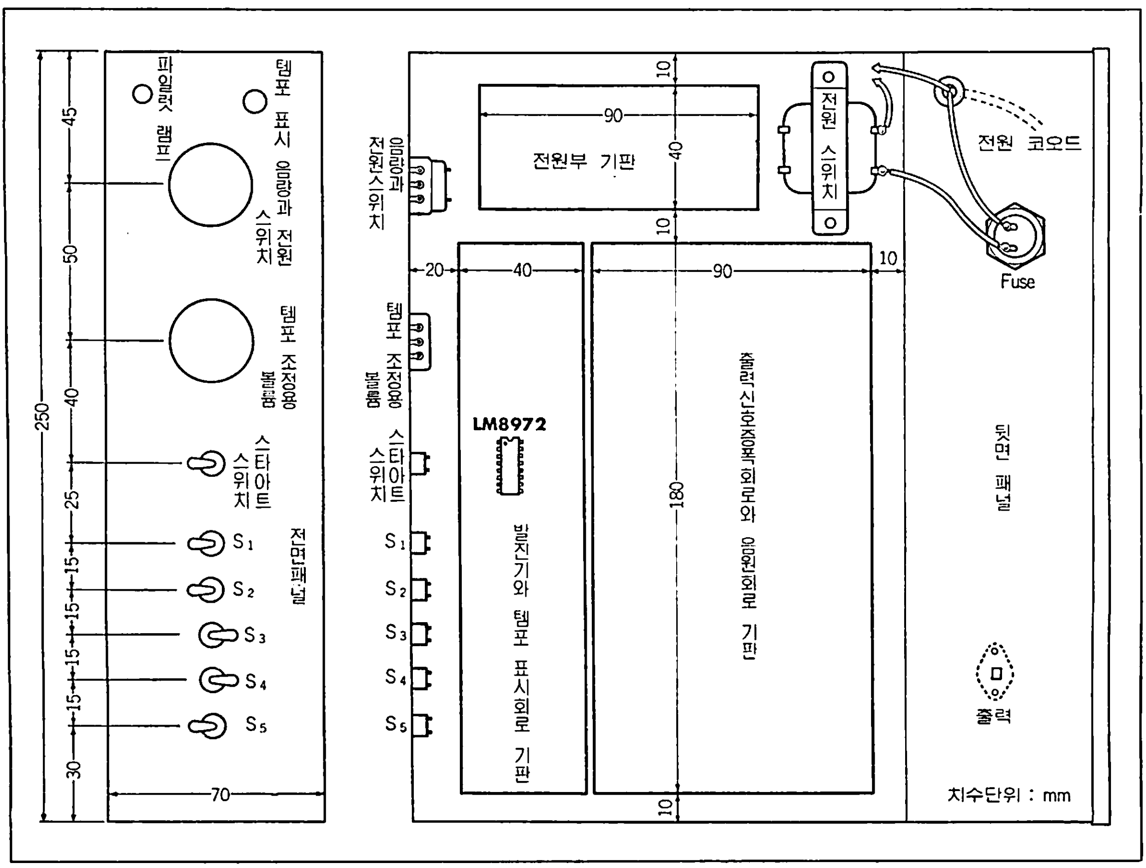


그림 5-16 부품배치와 치수도

빨간 발광 다이오우드(LED)를 점멸시킨다.

다음은 IC 소켓의 각 단자에 리이드선을 납땜하자. IC 소켓(16구멍용)을 사용하는 것은 사용하는 LSI(LM 8972. 그림 5-17)가 MOS형의 정교한 반도체이기 때문에 이 핀에 직접 납땜인두를 대지 않는 것이 좋다.

소켓에 대한 배선이 끝났으면 전원전압을 확인한 후, 소켓에 LSI를 끼워 넣는다. 스타아트 스위치를 ON하고, 템포를 표시하는 빨간 LED가 명멸하는지 확인한다. 또 템포의 속도조정용 볼륨(20kΩ)을 돌려, 명멸 주기가 변하는지도 확인했으면 여기까지의 작업은 완성된 것이다.

만일 LED가 명멸하지 않을 때는 다음의 작업으로 나아가기 전에, 발진회로 등을 철저하게 조사해야 한다. 전해 콘덴서나 다이오우드 등의 극성을 체크해 보자. 발진회로가 정상으로 작동하고 펄스가 LSI에 보내지고 있으면 템포 신호가 나올 것이다. 다이오우드는 합계 8개로서 DS-448을 사용하도록 지정되어 있다. 만일 입수하지 못할 때는 실리콘형의 작은 유리 밀봉형 스위칭 다이오우드(1 S953 등)를 대체품으로 사용해도 좋다.

다음은 음원회로이다. 음원의 종류는 표 5-1과 같이 5종류의 타악기음이 된다. 이들 음원회로로부터의 신호는 LSI의 작동으로 이 표에 있는 것과 같은 타이밍(○표)일 때 출력되게 되어 있다.

각 음원회로의 각 입구에는 1kΩ의 저항기와 0.01μF의 콘덴서가 결정 방지용으로서 공통으로 접속되어 있는데, ⑮핀으로부터의 하이 해트(high hat)회로 이외는 경우에 따라 생략해도 될 것이다.

각 회로 모두 비교적 많은 저항기와 콘덴서가 사용되었다. 저항기는 1/4W의 소형이면 되고, 콘덴서도 소용량인 것은 세라믹형이면 된다. 또 가변저항기도 템포 조정용(20kΩ B)과 출력단자용(50kΩ A)이외의 것은 작은 반고정식이면 된다.

출력단자라 하면, 이 부분의 배선만은 시일드선을 사용하자. 편조선쪽은 출력단자(잭)의 어어드쪽과 접속하여 이 부분에서 섀시에 내리기 바란다(어어드 포인트는 몇군데나 만들지 말고 1점으로 하여 전원의 ⊖쪽과 접속).

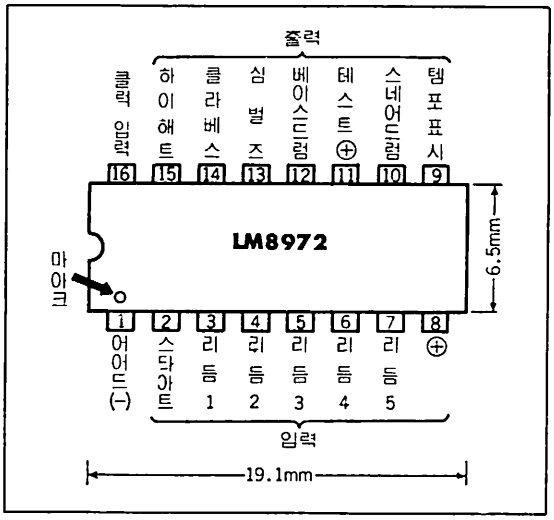


그림 5-17 LM8972와 각 핀의 접속

음원회로 중앙부(노이즈용)의 NPN형 트랜지스터(2SC536)의 컬렉터쪽은 아무데도 접속하지 않아도 된다. 즉, 오우픈(OPEN)으로 해두는 것이다. 베이스, 이미터만을 사용하고, 그 사이에는 역전압을 걸어 심벌즈나 하이 해트용의 노이즈를 만들고 있는 회로이다.

각 음원회로로부터의 출력신호는 마지막에 하나로 되어 트랜지스터 1석으로 그 신호 레벨을 증폭한다. 증폭신호는 앰프 레벨에 맞추기 위한 볼륨을 경유하게 하여, 바라는 리듬 출력을 잭단자에서 빼낼 수 있게 되어 있다.

그럼 이 리듬 신호를 앰프에 접속해 보자. 스타아트 스위치를 ON으로 함으로써 경쾌한 리듬이 울릴 것이다. 리듬 선택 스위치를 바꿈으로써 8종류의 리듬도 각각 잘 나오면, 이것으로 사진 5-1과 같은 리듬 박스가 완성된 것이다. 다음에는 각종 악기 연주나 노래 연습에 그 리듬의 반주를 이 리듬박스에 맡기기만 하면 된다.

3. 본격적인 전자 오르간

이 전자 오르간이면 웬만한 시판품과도 충분히 그 힘을 겨룰 수 있는? 것이다.

개괄적인 면

먼저 이 전자 오르간의 각 블록을 각각 기능별로 보면, 구성은 그림 5-18과 같은 블록 다이어

표 5-1 음원회로의 출력 타이밍

리듬의 종류	리듬 선택스위치	패턴 출력	1	2	3	4	5	6	7	8
BEGUINE	S_1 → ON	RM 3		○						
		RM 5	○	○	○	○	○	○	○	○
		RM 1		○		○		○		○
		RM 4	○			○			○	
		RM 2	○				○		○	
BOSSA-NOVA	S_2 → ON	RM 5	○	○	○	○	○	○	○	○
		RM 4	○			○			○	
		RM 2	○			○	○			○
ROCK	S_3 → ON	RM 5	○	○	○	○	○	○	○	○
		RM 1			○				○	
		RM 2	○			○	○			○
MARCH	S_4 → ON	RM 3	○				○			
		RM 1			○				○	
		RM 2	○				○			
WALTZ	S_5 → ON	RM 3	○		X				X	
		RM 1			X	○		○	X	
		RM 2	○		X				X	
BOSSA-ROCK	S_2, S_3 → ON	RM 5	○	○	○	○	○	○	○	○
		RM 1			○				○	
		RM 4	○			○			○	
		RM 2	○			○	○			○
SWING	S_3, S_4 → ON	RM 3	○				○			
		RM 5			○	|○			○	|○
		RM 1			○				○	
		RM 2	○				○			
WALTZ-ROCK	S_4, S_5 → ON	RM 3	○		X				X	
		RM 1			X	○		○	X	
		RM 2	○		X		○		X	

(주) 패턴출력명 : RM1 : 스네어 드럼, RM2 : 베이스 드럼, RM3 : 심벌즈, RM4 : 클라베스, RM5 : 하이 해트

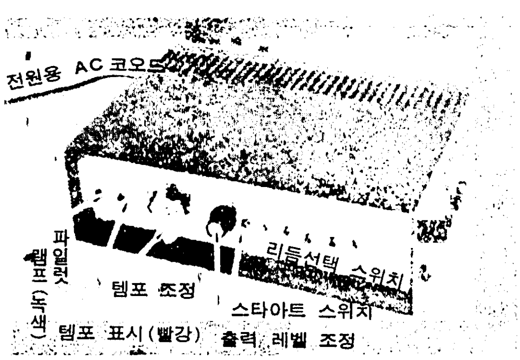


사진 5-1 앰프 케이스에 짠 리듬 박스

그램이 된다.

음원신호 발생부

종래의 전자 오르간에서는 이 토운제너레이터가 12조의 발진기를 필요로 하고 있었다. 그러나 새로이 개발된 평균율 음계 음원회로용의 LSI (LM8071 사진 5-2)는 기준신호 f_0 (2,112 MHz)를 사용하여 12음의 신호를 만드는 회로부분(LSI)은 1개만으로 충분하다.

이 기준신호 f_0에서 전자 오르간에 필요한 최고 음역의 1옥타아브분, 즉 12음원의 주신호는 어떻게 하여 만들어지는 것일까.

거기에는 기준신호 f_0를 앞에 말한 LSI가 디

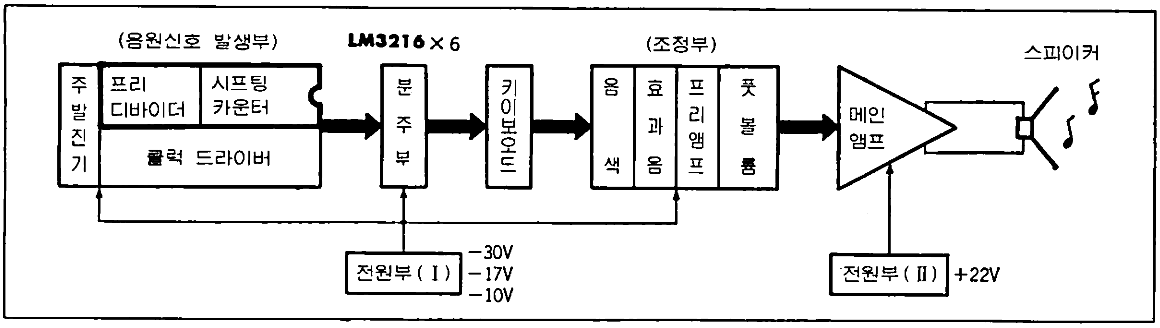


그림 5-18 전자 오르간의 블록 다이어그램

지를 기술을 사용하여 그림 5-19와 같이, $\sqrt[12]{2}$의 공비를 갖는 등비수열의 12음 주신호로 나눗셈을 하여 만드는 것이다. 물론 이 방식에서는 엄밀히 말하면 $\sqrt[12]{2}$의 공비를 가진 진정한 등비수열에 비해서 약간의 오차가 생긴다. 그러나 그것은 사람의 귀가 감지할 수 없을 정도의 것(±1.5센트 셀러 이내 표 5-2)이다.

따라서 이 LSI가 계산한 $\sqrt[12]{2}$의 근사적 등비수열로 구성되는 각 음원 주신호로서, 최고음역의 평균율 음계 1옥타아브분을 만들어도 전혀 문제는 없다.

분주 부분

이 부분에서는 이 최고음역의 1옥타아브분, 즉 12음의 주신호($TN_2 \sim TN_{13}$, C 스케일의 경우, TN_1(C_0)도 낼 수 있는 단자가 있다)를 받고, 그 주파수를 각각 1/2, 1/4…로 분할함으로써 1옥타아브씩 내려간 저음역까지 각 신호를 만들어 낼 수 있다(그림 5-20).

이와 같은 역할을 하기 위한 IC에는 전자오르간 분주회로용으로 개발된 IC로서 LM3216(사진 5-2)이 있다. 이 IC를 사용함으로써 회로의 배선도 상당히 간략화된다. 그리고 IC에 의하여 분주된 F/2, F/4, F/8……의 각 출력신호(토운 신호)의 파형은 구형파로 되어 있다(구형파는 별도로 레지스터 블럭 회로를 만들어 파형을 계단파로 정형할 수도 있다).

건반부(키이보오드)

키이보오드는 자작하는 것이 아니라 멋진 메이커제를 사용하기로 했다. 단위품으로서 시판되고 있는 몇몇 메이커제를 볼 수 있으나, 시험제작기에 사용한 키이보오드는 사진 5-3과 같은 49key(C스케일)이다. 키이의 수는 만드는 전자오르간의 음역에 따라 결정된다 접점은 2단 접점식으로서 금도금된 것이 좋다. 폐기할 정도의 중고 전자 오르간이 있으면 그 키이보오드만 활용하는 것도 좋다.

키이보오드의 각 키이 스위치 단자에는 분주된 각 구형파의 음원신호가 배선되고, 키이의 작동으로 신호가 ON, OFF된다. 각 키이 단자에 대한 배선은 그 신호출력이 직접 접속되는 것이 아니라, 버퍼 저항 33kΩ을 통하여 접속된다.

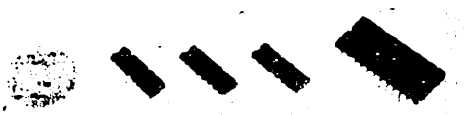
음색 조정부

키이 보오드를 통과한 음신호(시험제작기에서는 구형파)는 그 파형 속에 많은 고조파를 포함하고 있다. 그래서 이 고조파 성분을 강화하거나 약화할 수 있는 f특성회로를 조합시킨 네트워어크(토운 필터회로)를 통함으로써 신호파형(사진 5-4는 그 일례)을 여러 가지 파형의 신호로 고칠 수 있다.

필터회로로서는 각 주파수의 대역별로

1. CR형(C, R)
2. 공진형(L, C, R)
3. 능동형(Tr 등과 L, C, R)

등이 있다.



전자 오르간과는 관계가 없다 LM3216(이 IC는 6개 필요하다) 평균율음계주음원회로용의 LSI

사진 5-2 토운 신호를 만들어 내는 LSI와 IC

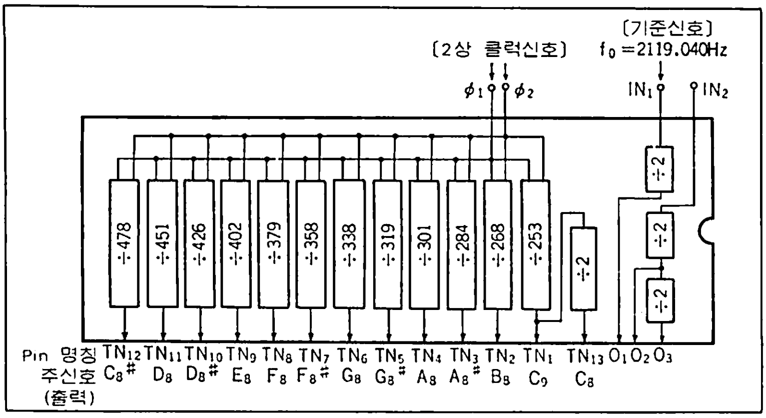


그림 5-19 평균율음계음원회로용 LSI의 동작

이를테면 저역신호에 CR형의 필터를 통함으로써 기음이 강한 소리(우드계, 플루우트와 비슷한 소리)를 만들 수 있다. 또 중음역 신호에서는 공진형의 필터로 저차의 배음을 강화시킬 수 있고 클라리넷과 같은 리이드계 악기와 비슷한 소리를 낼 수 있는 것이다.

비브라아토와 트레몰로의 회로

종래 보통의 생악기로 비브라아토음이나 트레몰로음을 내는 주법은 상당히 고도의 기술이 필요한 것 같다. 그러나 전기악기에서 그와 같은 효과를 내는 것은 스위치의 조작하나(원터치)로 아주 간단히 할 수 있다.

표 5-2 〔f_0=2.112MHz÷4〕

음 명	분주수	주파수	표준주파수	센트셀더
C_H	253	2093.9	2093.0	+0.751
B	263	1976.7	1975.5	+1.037
A#	284	1865.4	1864.7	+0.647
A	301	1760.0	1760.0	0.000
G#	319	1660.7	1661.2	−0.551
G	338	1567.3	1568.0	−0.712
F#	358	1479.8	1480.0	−0.235
F	379	1397.8	1396.9	+1.079
E	402	1317.8	1318.5	−0.918
D#	426	1243.6	1244.5	−1.308
D	451	1174.6	1174.7	−0.036
C#	478	1108.8	1108.7	−0.697
C_L	C_H÷2	1047.0	1046.5	+0.751

비브라아토음과 트레몰로음을 혼동하지 않도록 일단 물리적인 설명을 해둔다.

그림 5-21과 같이 비브라아토란 신호의 진동수를 주기적으로 변화시키는 것인데, 트레몰로의 신호 진폭을 주기적으로 변화시키는 것과 그질을 달리하고 있다. 말하자면 FM(주파수 변조)과 AM(진폭변조)의 차이가 된다.

그럼, 이 비브라아토나 트레몰로는 어떻게 해서 만드는 것일까. 그것은 진동수나 진폭을 주기적으로 바꾸어 주면 되는데, 그 주기는 대개 1/5초 전후가 좋다. 따라서 우선 5Hz 전후의 초저주파신호를 만들어야 한다. 음원용 주발진기의 회로도 밑부분에 멀티 발진회로 부분이 보이는데, 여기서 이 초저주파신호를 만드는 것이다. 그리고 이 발진회로(좌우 대칭으로 되어 있다)의 오른쪽에서는 비브라아토 신호를, 왼쪽에서는 트레몰로 신호를 각각 빼내고 있다.

비브라아토는 이 신호를 주발진기(LC발진)의 베이스 회로에 가함으로써 주발진신호를 흔들고 있다. 또 트레몰로는 이 신호로 프리앰프 초단의 Tr 증폭도가 변화하는 회로를 짜서 트레몰로 변조를 하고 있다. 어쨌든 2가지 모두 중요한 것은, 초저주파의 변조신호가 그 변조된 출력쪽

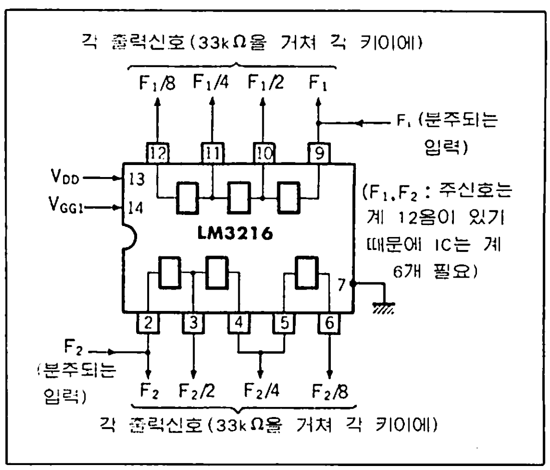


그림 5-20 4옥타아브로 만들 때의 접속

으로 새어 나가지 않도록 그 회로를 설계해야 된다.

앰프부와 스피이커

음색 조정부를 통한 신호는 프리앰프부에서 이득을 얻은 후, 메인 앰프부에서 파워 업되어 스피이커를 울리게 된다.

앰프부는 제 6 장의 악기용 앰프 등을 사용하는 것이 좋을 것이다. 악기음의 증폭이므로 하이 파이 앰프에서는 오히려 특성이 없는 소리가 되어 버린다. 또 스피이커도 될 수 있는대로 악기 전용의 스피이커(제 6 장)를 사용하여 아름다운 소리를 내기 바란다.

제 작 법

제작은 어느 블럭부터 시작해도 좋지만, 우선 그림 5-22의 전원 부분 I부터 만들기 시작하기로 한다. 이 전원부 I가 없으면 음원용 주발진기부나 LSI, IC 등의 테스트도 할 수 없다.

전원부(I)의 기판

그림 5-22의 전원부(I) 회로도에서 알 수 있는 바와 같이, 만들어 낸 전압은 어어드에 대하여 −30V(V_{GG_1}), −17V(V_{GG_2}), −10V(V_{DD})의 3 종류가 된다.

이 전자 오르간에 사용할 LSI(LM8071)에는 V_{DD}와 V_{GG_2}가 필요하고, IC(LM3216)에는 V_{DD}와 V_{GG_1}의 전원전압이 필요한데, 이들 집적회로는 2가지가 모두 ⊕어어드형이다(메인 앰프는 ⊖어어드형의 기판을 사용했기 때문에 어어드에 대하여 ⊕전원이 필요하다. 여기에 대해서는 메인 앰프의 항에서 전원부(II)로서 설명한다).

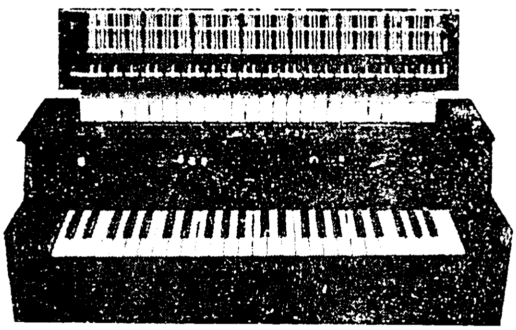


사진 5-3 시험제작한 전자 오르간 [보면대에 키이 보오드(뒷면)를 얹어 보았다]

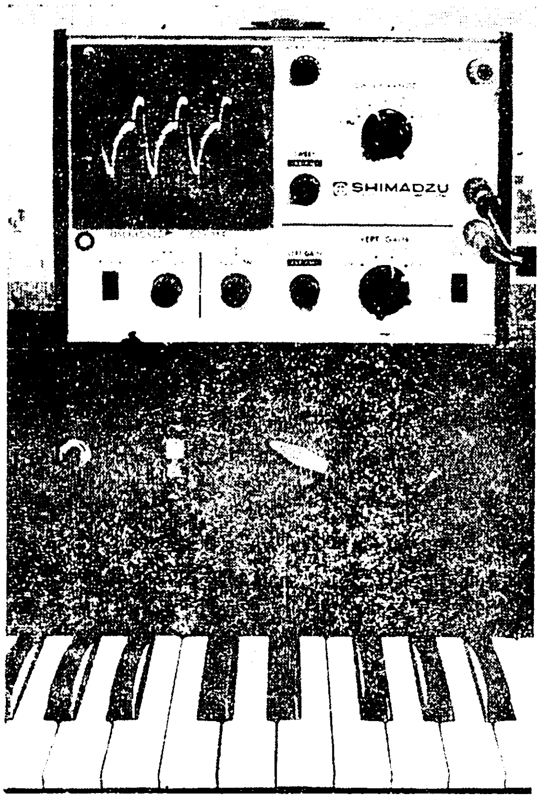


사진 5-4 오실로스코우프로 본 신호파형의 일례

전원부(I)는 전압안정화회로를 붙인 정전압 전원으로 해야 한다. 음원 출력신호의 주파수가 전원전압의 변동에 의하여 변하는 것을 방지하기 위해서이다.

회로도와 같이 이 안정화회로를 붙인 정전압 전원장치는 V_{DD}용과 V_{GG_1}, V_{GG_2}용의 2조로 나누어 전원기판에 짰다. 전원부의 용량이지만 클럭 드라이버 회로 등의 소비전력은 비교적 크기 때

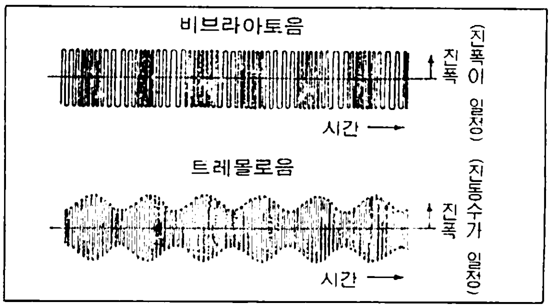


그림 5-21 비브라아토음과 트레몰로음

문에 중형 이상의 파워 트랜지스터를 사용하도록 한다.

또 전압 조정용의 반고정 볼륨 2kΩ도 지름이 3cmφ 정도인 것을 사용하는 것이 신뢰도면에서 안심할 수 있다.

회로도에 있는 부품으로서 다이오우드는 DS 448이 지정되어 있지만, DS442도 무방하다. 2가지 모두 구하지 못할 때는 스위칭용(유리 밀봉형)의 실리콘 다이오우드(1S 953 등)도 좋다. 트랜지스터 2SA608은 2SA673, 2SA1015, 2SA 733 등으로 대용할 수도 있다. 파워 트랜지스터의 2SB511은 2SA699도 괜찮다.

다음에 전원 트랜스는 26V와 10V의 탭 (용량은 500mA)이 있는 것을 사용한다. 정류는 DS 16(10D1 ～ 10D10 등 정류용의 실리콘 다이오우드면 어떤 것이든 좋다)으로 하기 바란다.

음원용 주발진기의 기판

그림 5-23은 음원용 주발진기와 효과음 구동용의 초저주파 발진기의 회로도이다. 전자는 음원신호의 기본이 되는 주발진기로서, LC발진방식을 취하고, 후자는 멀티 발진 방식의 회로로 되어 있다.

그 발진 주파수에서는 전자가 2.119040MHz (≒2.112MHz)로 매우 높고, 후자는 5Hz 전후의 매우 낮은 것이 된다. 2가지는 발진기끼리이므로 편의상 동일한 기판에 짜 넣기로 했다.

우선, 회로도에 있는 특수한 부품은 주발진기용의 발진 코일L일 것이다. 회로도의 (주)에도 있는 것과 같이 10.5μH의 인덕턴스를 가진 코일이다.

구조는 항아리형으로서 외부 자속의 영향을 피하도록 되어 있고, 발진주파수의 미조정은 중심의 나사형 코어를 돌림으로써 ±5%의 조율을 할 수 있다.

이 발진코일과 조합시켜 탱크회로를 구성하고 있는 콘덴서 C는 온도변화의 영향을 잘 받지 않는 스티롤 콘덴서를 사용함으로써 발진주파수의 안정화를 도모하도록 하고 있다. 용량이 1200pF (50V)짜리를 2개 구한다.

반도체 부분으로, 2SC536은 2SC945, 2SC 460, 2SC1815 등으로도 대용할 수 있다. 또 2SA608, DS448 등의 대체품은 전원부(I)로서 전술한 바와 같다(접속은 그림 5-24).

조립은 만능기판을 사용해서 한다. 부품의 배치는 미리 잘 생각해서 배선을 시작하여 민첩하게 처리하도록 하자. 또 이 기판에서는 메인 오실레이터 신호(M·O), 클럭 드라이버 신호(C·D), 2상 클럭 신호(ϕ_1, ϕ_2), 트레몰로 신호(Ⓣ), 전원(V_{DD}, V_{GG2}, 어어드⊕) 등의 리이드선이 나와 있다. 될 수 있으면 컬러제의 비닐 피복 코오드를 사용하되 그 접속을 틀리지 않도록 배려하기 바란다.

그림 5-23의 회로도와 같이 주발기의 초단 2SA608에서는 LC발진을, 차단의 2SC536에서는 그 출력을 클립하고, 메인 오실레이터 신호(M·O)를 만들고 있다.

평균율 음계 음원회로용 LSI (LM8071)에서 최고

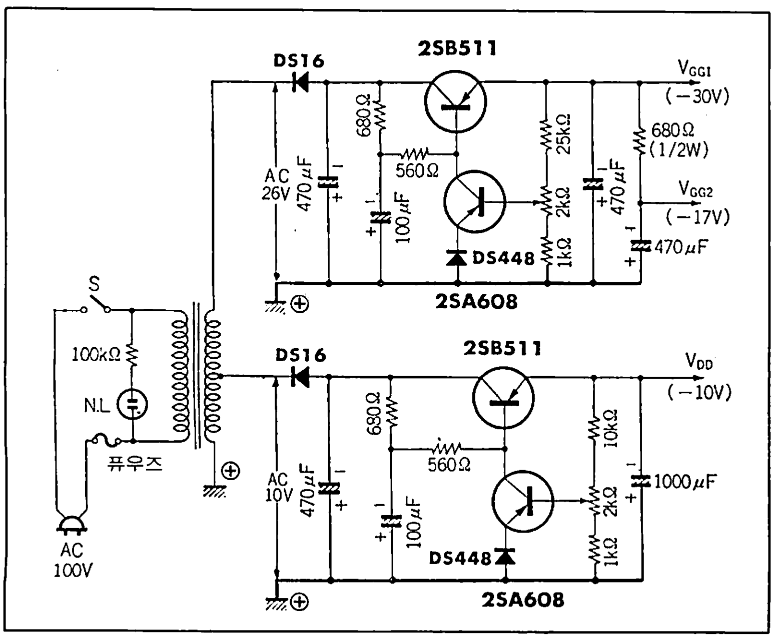


그림 5-22 전원회로 I

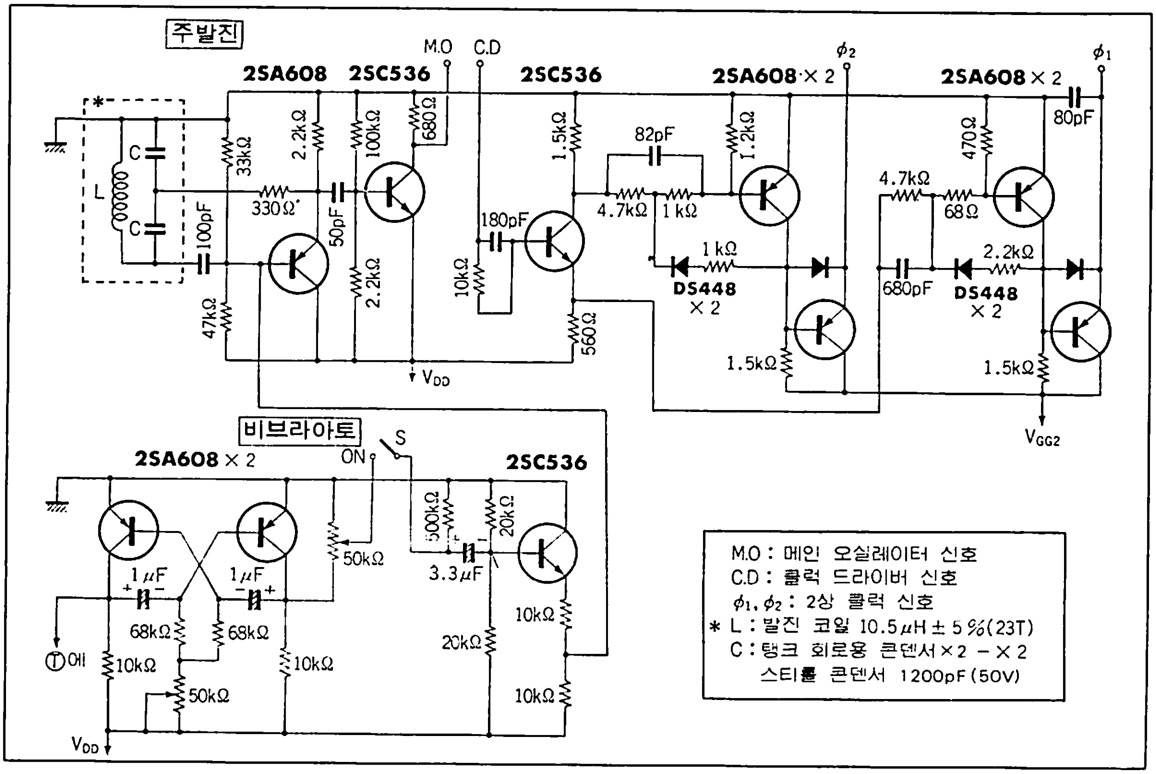


그림 5-23 음원용 주발진기와 효과음용 극저주파발진기의 회로도

옥타아브음의 각 신호(C_7~C_3)를 만들어 내기 위해서는 그 회로 구성상 아무래도 2상의 클럭 신호가 필요하다. 그래서 이 신호를 만들기 위해서 **그림 5-25**와 같이, 메인 오실레이터로부터의 신호를 LSI 내부에 들어있는 분주회로(프리디바이더)로 적당히 낮추고 (4단으로 전환시킬 수 있고, 키이 보오드의 음역을 4옥타아브 넓힐 수 있다). 그 낮춘 주파수신호를 클럭신호로서 사용한다.

그리고 이 신호(클럭 드라이버 신호라 부른다. C·D신호)를 2상의 역상 클럭신호로 하려면 회로도 중앙의 트랜지스터(2SC536)의 C-E 분할에 의하여 대개 역상의 신호(ϕ_1, ϕ_2)를 만든다(메인 오실레이터 신호는 음원의 기준 신호지만, 이 신호를 클럭 신호를 만들 때도 이용하고 있다.

회로도 밑부분의 멀티 발진회로는 비브라아토, 트레몰로의 효과음을 만들어 내기 위해서 그 구동용의 초저주파신호를 발생시키고 있다. 그 발진출력은 2개의 발진용 트랜지스터(2SA608)의 컬렉터쪽에서 각각 빼내는 것이다. 이 경우 베이스쪽에 접속된 가변저항기(50kΩ B형)에 의하여 그 발진주파수를 1~12Hz의 범위에서 바꿀 수 있게 하고 있다.

비브라아토음을 구동하는 신호는 비브라아토 스위치의 ON으로 차단의 2SC536에 의해 증폭되고, 그 증폭한 신호를 주발진용의 트랜지스터(2SA608)의 베이스에 직접 가하도록 하고 있다.

LSI와 IC의 기판

조립은 발진기용 기판과 같이 만능기판을 사용하면 기판이 구멍이 IC소켓 단자와 대응하고 있기 때문에 그대로 끼워 넣을 수 있어서 편리하다.

IC 소켓을 기판에 전부 고정시켰으면 먼저 전원 관계의 리이드선을 배선해 버리는 것이 좋을 것이다. 다음에는 발진기판으로부터의 M. O, C. D, ϕ_1, ϕ_2의 각 신호용 리이드선을 24 구멍 소켓의 해당 단자에 접속한다.

LSI 및 6개의 IC와 그 소켓 각 단자는 **그림 5-26**과 같다.

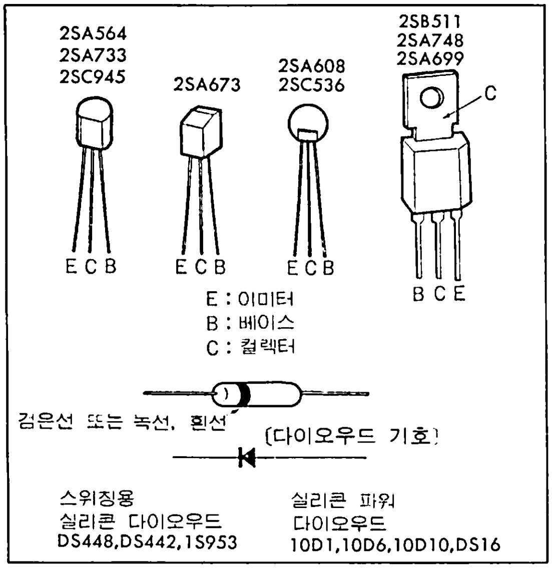


그림 5-24 전자 오르간에 사용되는 반도체 소자

기판의 조립작업이 끝났으면 이 기판까지의 동작 테스터를 해 보아야 한다. 만들어진 2개의 기판에 각각 전원(I)을 접속한 후 LSI나 IC에는 그림 5-27에서 보는 소정의 각 단자에 신호가 출입하고 있는지를 체크해 보아야 한다. 테스터의 전압 체크만으로는 불충분하다.

신호를 검출하기 위해서 어떻게 하면 좋을까. 오실로 그래프나 싱크로스코우프가 없는 사람은 그림 5-28과 같은 발진 테스터나 신호 체크용으로 신호 검출 미터를 준비하기 바란다. 미터는 μA급의 값싼 시그널미터면 된다.

이 검출 미터를 사용하여 LSI나 IC의 각 신호단자를 짚어 보는데, 신호가 있으면 테스트미터의 바늘이 충분히 움직일 것이다. 만일 바늘이 움직이지 않을 때는 어딘가에 잘못된 배선이 있거나 부품이 불량인 것이므로 철저하게 조사하여 본다. 신호검출 테스트가 합격, 완료되었으면 다음의 키이보오드나 프리앰프 등의 조립과 고정작업으로 나아갈 수 있다.

신호 테스트에 합격했으면 일단 가지고 있는 앰프의 입력단자에 LSI나 IC의 각 출력신호 단자를 접속해 보자. 각 음원 주신호 및 그 신호를 분주한 저옥타아브의 음계신호의 소리를 들을 수 있을 것이다. 여기까지 왔으면 이 전자 오르간 제작도 고비를 넘은 것으로 생각해도 된다.

오르간 본체의 공작

음계를 만드는 음원신호의 각 음을 전부 확인했으면, 프리앰프부 기판의 조립과 키이보오드부로 나아가고 싶지만, 순서로서 키이 보오드를 고정시키는 오르간 본체의 조립을 먼저 시작한다. 디자인을 어떻게 하면 좋은지는 각자의 자유이다. 메이커제의 오르간 등을 참고하여 생각해 보기 바란다.

그림 5-29가 시험제작기 본체의 약도인데 치수는 그림 5-30과 같다. 그림 5-29의 본체를 구성하는 부분은 ①~⑨까지의 목판이다. 이들 중 판의 대부분은 공작재료점에서 구한 두께 1.5cm의 나왕판이다.

이 판은 만드는 오르간 본체의 크기대로지만,

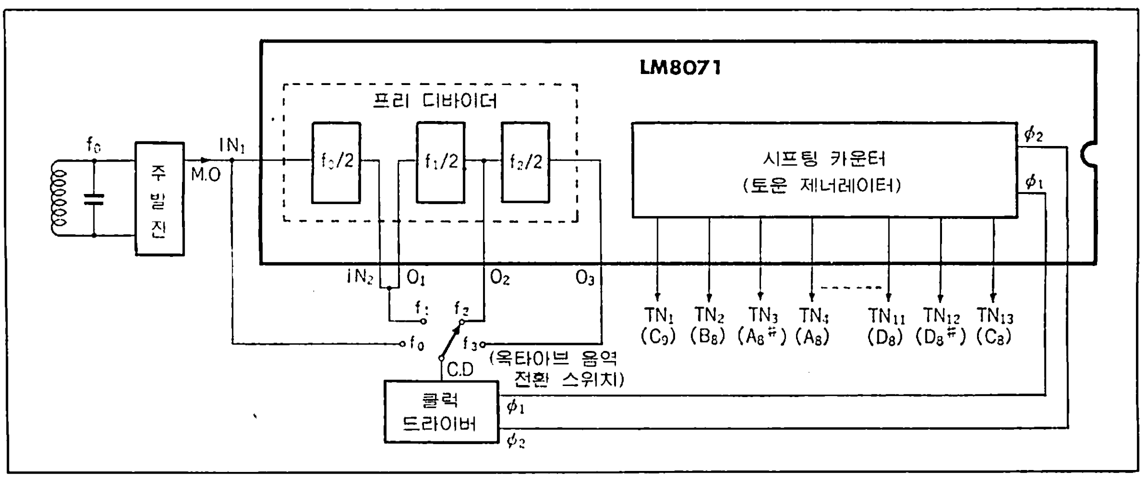


그림 5-25 음계신호를 만들려면

그 치수는 키이보오드의 음역이나 연주할 때 앉는 의자의 높이 등에 관계된다.

시험제작기에서는 키이가 49개인 키이보오드를 사용하고, 의자는 재봉용 미싱의 의자를 준비했기 때문에 그림 5-30과 같은 치수가 되었다.

조립은 소정의 치수대로 벤 각 판을 목공용의 본드와 못으로 고정시키는 것이다. 판과 판이 직각으로 되게 조립한다. 본체 표면에 못의 머리가 나타나지 않게 만들면 미끈해 보인다.

공작상 배려할 것은, 2개의 옆판①의 앞면은 직선적으로 하는 것보다 그림과 같이 곡선이 되게 하되, 절단은 실톱으로 하면 된다. 또 ②의 윗판 앞면이나 ⑨의 악보 받침 등은 대패를 사용하여 좀 둥근 맛이 나게 다듬는다.

다음에 ⑦의 패널판은 두께 2mm의 금속판을 사용해도 되지만 두께 5mm의 두꺼운 베니어판을 가공했다. 이 패널판은 그림 5-31과 같이 조립하기 전에 스위치류와 파일럿 램프, 가변저항기 등을 고정시킬 수 있도록 미리 정해진 부분에 고정용 구멍을 뚫어 둔다.

또 이것을 옆판과 고정시키려면 이 패널판의 좌우 양 끝에 목공용 본드로 다른 나무 조각을 접착해 두고, 그 나무 조각을 옆판에 고정시키도록 한다. 패널판은 경사를 갖게 하고 그 밑면은 키이 보오드의 키이 뒷부분과 약간 포개지게 된다.

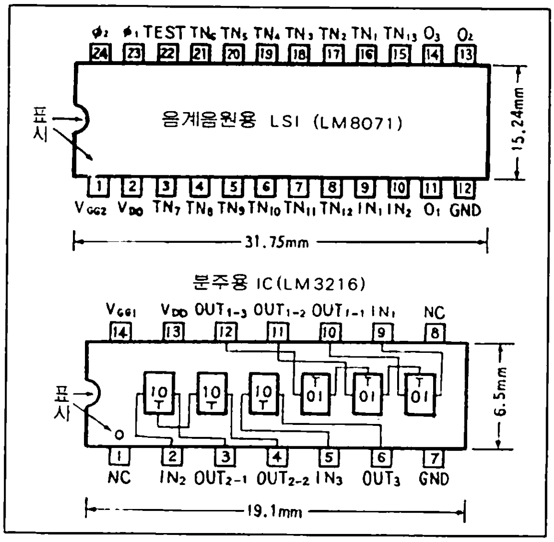


그림 5-26 전자오르간에 사용되는 LSI와 IC의 윗면

오르간 본체 만들기는 엘렉트로닉스 공작과 달라, 순 목공기술을 구사해야 되는데, 그러니 만큼 또 독특한 재미를 맛볼 수 있는 면도 있는 공작이다.

본체가 조립되었으면 전체를 사포로 문질러서 다듬는다. 다듬질은 이 다음의 도장과 같이, 볼품있는 오르간으로 만들기 위해서 정성들여 해야 한다.

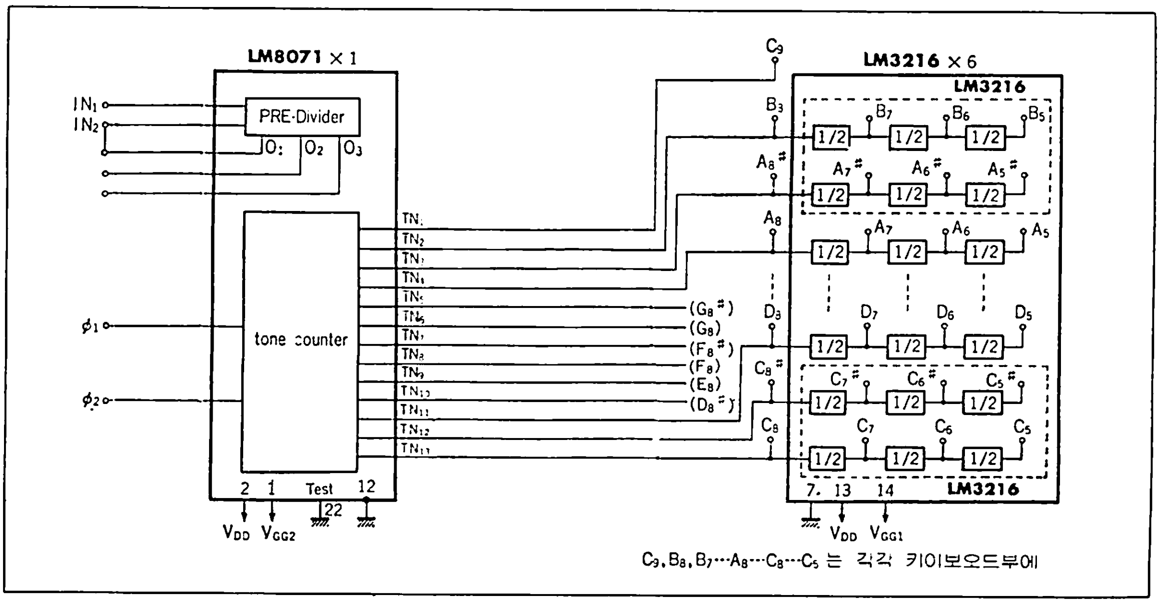


그림 5-27 LSI와 IC의 각 신호

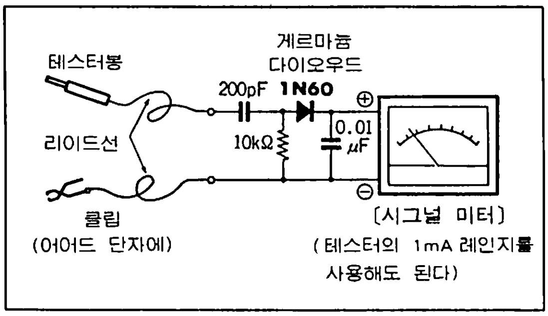


그림 5-28 시그널 검출용 미터

도장은 래커나 니스 같은 것을 발라 목재의 바탕을 살리도록 하는 것도 좋고, 또 마음에 내키는 색의 에나멜 등으로 완성시키는 것도 좋다. 어쨌든 될 수 있으면 2 번 칠하도록 하는 것이 더 깨끗하게 완성된다.

키이보오드의 고정

완성된 오르간 본체에는 키이보오드를 고정시켜야 한다. 키이보오드의 틀 길이나 그 고정 방법은 메이커에 따라 다르다. 시험제작기의 키이보오드는 그림 5-32와 같이 틀의 좌우 양쪽 끝을 옆판을 통한 2 개씩, 합계 4 개의 보울트(간격은 9 cm)로 고정하는 구조로 되어 있었다.

고정에 있어서는 키이를 만졌을 때 키이가 ③의 앞판 위에 닿지 않도록, 그리고 ⑦의 패널판과 간격이 생기지 않는 높이의 위치에 설치해야 된다. 패널판의 밑면과 앞판의 윗면에는 펠트 포지의 리본(폭 1 cm, 길이 67 cm)을 붙이면, 키이의 작동에 의하여 키이가 나무조각과 접촉할 경우에 소리가 나는 일도 없고, 또 오르간 본체 내부에 먼지가 침입하는 것도 방지할 수 있다.

이 키이보오드가 붙으면 키이의 좌우 양 끝에 붙는 ④의 건반 끝 나무조각을 키이보오드 양끝의 키이와 약간의 간격을 가질 수 있도록 고정시킨다. 그리고 이 나무조각은 오르간 본체의 색깔과는 관계 없이 검은 건반과 같이 검게 칠해 두는 것이 좋다.

오르간 본체의 공작으로서는 패널면에 뚫어 놓은 구멍에 스위치류, 파일럿 램프, 가변저항기 등을 각각 고정시킴으로써 일단 끝마치게 된다. 이것으로 오르간 본체의 외관은 당당한 전자 오르간이 되었다.

키이보오드부에 대한 배선과 음색조정회로

오르간 본체에 붙은 키이보오드의 밑부분은 본체의 뒤쪽에서 보면 ⑧의 받침판이 설치되어

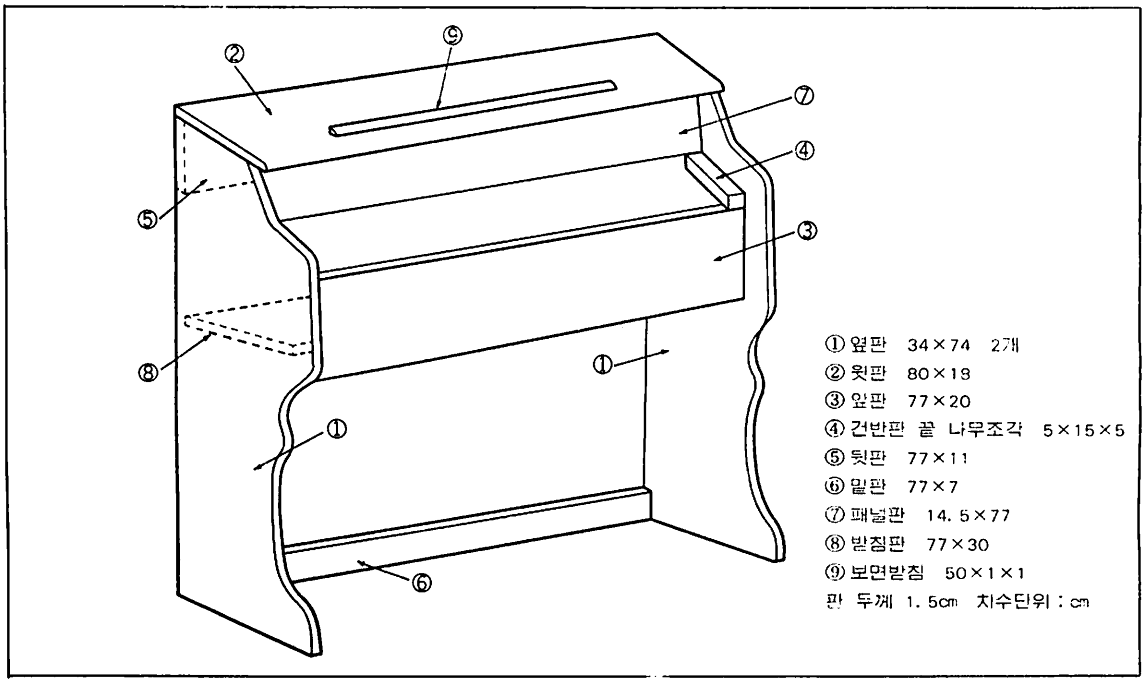


그림 5-29 오르간 본체의 약도

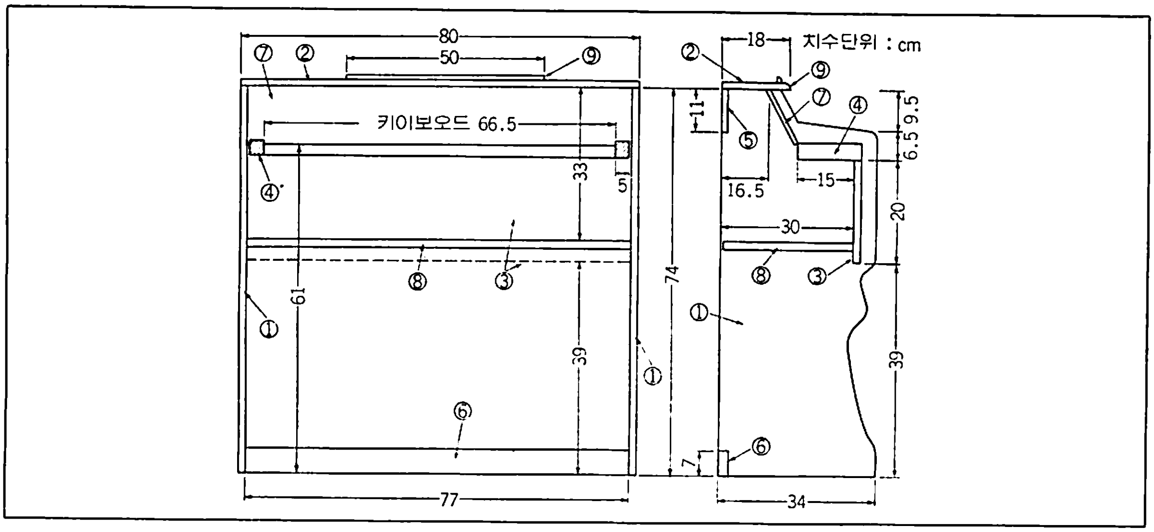


그림 5-30 오르간 본체 치수도

있다. 이 받침판 위에는 앞서 만든 음원회로용의 기판이나 전원기판(I)이 고정되어 있는데, 그 밖에는 이 다음에 만들 프리앰프부 기판이나 메인 앰프 등도 배치된다.

이 받침판 위에 놓인 음원회로용 기판의 각 신호출력 단자로부터는 키이보오드의 각 단자에 배선작업을 해야 된다. 음계를 만드는 각 음원신호 단자(C_1~C_5까지의 49음, 그림 5-27, 그림 5-33)로부터는 49개의 리이드선이 나와 있다.

이 배선용 리이드선은 연질의 가는 비닐 피복 리이드선을 사용하여, 길이는 약간 길게 해 두는 (키이보오드부나 음원회로용 기판 등을 점검할 때 편리) 것이 좋을 것이다. 배선에 있어서는 이 리이드선을 직접 키이보오드의 각 단자에 접속하는 것이 아니라, 각각에 버퍼 저항(33kΩ, 1/4W형)이 접속되는 것은 앞서 서술한 바와 같다.

키이보오드의 코먼쪽 단자는그림 5-33의 회로도에도 있는 것과 같이 1옥타아브씩을 구분한다. 그리하여 각 옥타아브는 각각 소정의 저항(5kΩ, 15kΩ, 10kΩ, 5kΩ)을 접속하여 네트워어크의 입구에 집약된다.

시험제작기의 네트워어크는 회로도에도 있듯이 비교적 간단한 것으로 처리되어 있다. 따라서 조립도 패널 뒷면에 붙어 있는 러그판(10P, US러그)에 마운트 시켰다. 이 러그판에서 음색 전환 스위치까지의 배선은 리이드선으로 접속하도록 한다.

음색 전환은 고옥타아브음에 효과적인 스프링계(리이드계를 포함한다)와 중·저옥타아브음이 풍부하게 울리는 플루우트계, 우드계를 나누어 전환시킬 수 있는 네트워어크(CR형)로 되어 있다.

프리앰프부와 트레몰로 회로부의 기판

그림 5-33의 회로에서 오른쪽 반이 프리앰프와 트레몰로 회로이다. 키이보오드로 선택된 음신호는 음색 조정을 하는 필터회로(네트워어크)를 통과함으로써 초단 트랜지스터(**2SC536**)의 베이스에 가해진다. 이 신호는 프리앰프에서 2단 증폭되어 상당히 큰 신호가 되고, 오른쪽 끝에 있는 음량조정용의 가변저항기까지 나온다.

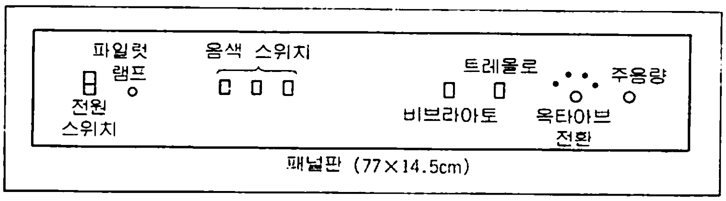


그림 5-31 패널면의 예

회로도에서 이 가변저항기가 병렬로 2조 설치되어 있는 것을 알 수 있을 것이다. 이들 둘 중 앞단의 가변저항기(25kΩ, A형)는 패널면에 설치되는 것이고, 연주 전에 오르간의 음량을 미리 프리세트해 두는 가변저항기이다.

연주하는 장소에 따라 오르간의 볼륨 레벨이 달라지는데, 그 장소에 알맞는 레벨을 이 가변저항기로 정해 둔다.

음악은 소리의 높이나 템포 등이 변하는 동시에, 연주 중에 그 음량을 자유로이 바꾸는 것이 중요한 요소이다. 피아노 등의 연주에서는 키이터치의 강약으로 음량을 바꾸는 모양인데, 전자오르간은 발로 조정하는 풋 볼륨이 이 역할을 한다.

풋 볼륨은 밟으면 음량이 커지도록 그림 5-34와 같은 기구를 갖춘 가변저항기이고, 뒷판에 붙인 가변저항기(50kΩ, A형)가 이 풋 볼륨이 된다. 따라서 이 가변저항기는 전단의 것과는 달라, 연주 중에 음량을 바꾸기 위한 가변저항기가 되는 것이다.

그 때문에 이 가변저항기(풋 볼륨)는 오르간 본체의 밑부분, 연주자의 오른발 쪽(왼발쪽이라도 좋다)에 설치한다.

그림 5-34가 풋 볼륨의 대강이다. 경첩으로 받쳐진 발판의 끝에는 약간 대형(스트로우크가 8 cm 정도)의 직선식 슬라이드형 가변저항기(50kΩ, A형)를 고정한다. 그리고 이 저항기와 발판의

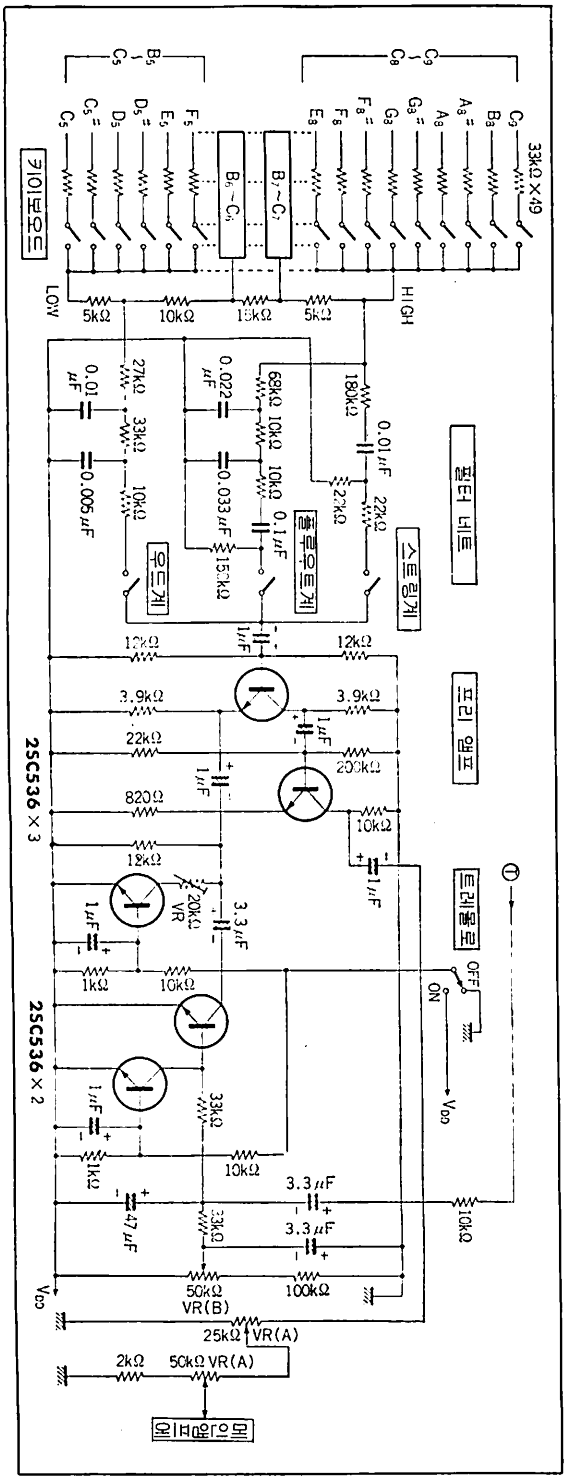


그림 5-33 키이보오드에서 프리앰프 및 트레몰로부까지의 회로도

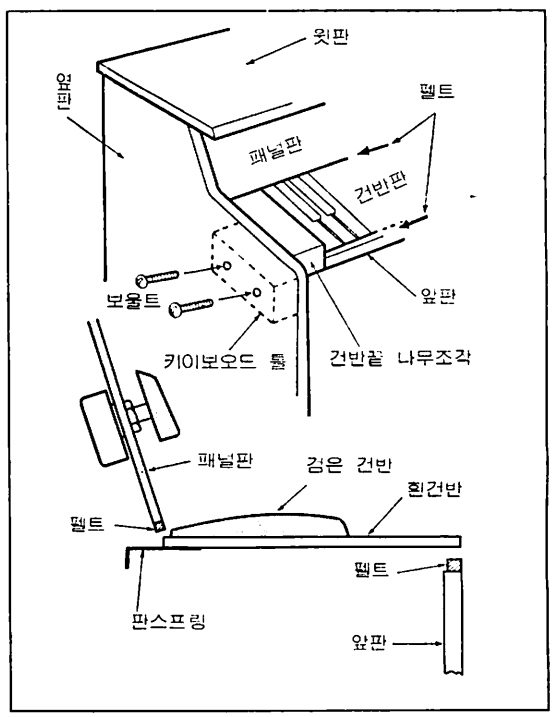


그림 5-32 키이보오드의 고정

접속에는 버퍼(완충용) 스프링(B)을 사용하고, 그 작동이 원활하게 되도록 배려되어 있다.

발판에는 이것을 밟지 않을 때 원래 위치 (경사진 상태)로 돌아가게 하기 위한 스프링(A)을 받침판과의 사이에 고정시킨다. 표면에는 발의 뒷면이 미끄러지지 않도록, 그리고 스토퍼의 위끝에는 발판이 부드럽게 닿도록 각각 두꺼운 펠트 등을 붙여 둔다.

회로도를 보면 가변저항기(50kΩ, A형)의 어어드쪽에는 2kΩ의 저항기가 접속되어 있다. 이것은 발판을 전혀 밟지 않을 때라도 가변저항기의 저항값이 0Ω이 되지 않고, 메인앰프에는 최소의 출력신호가 내보내지도록 하기 위한 저항기이다.

다음은 트레몰로 회로이다. 전술한 바와 같이 발진기판에서 발생시킨 초저주파의 효과음 구동용 신호 중, 왼쪽으로부터의 신호출력(그림 5-23 그림 5-33 에서는 Ⓣ 라는 기호가 붙어 있다)을 이 트레몰로 회로부에서 사용한다. 회로에서는 2개의 반고정 저항기(50kΩ, 20kΩ)로 트레몰로가 걸리는 상태를 가감하고, 그 깊이를 변화시킬 수 있게 하고 있다.

트레몰로의 작동은 패널면에서 나와 있는 트레몰로용 스위치의 ON으로 이 트레몰로 구동용의 신호가 프리앰프 초단 트랜지스터의 증폭도를 바꾸게 되어 있다. 그 결과는 증폭도가 변함으로써 트레몰로음을 아주 간단히 만들 수 있다.

메인앰프부

풋 볼륨을 통과한 악음신호는 악기용 스피이

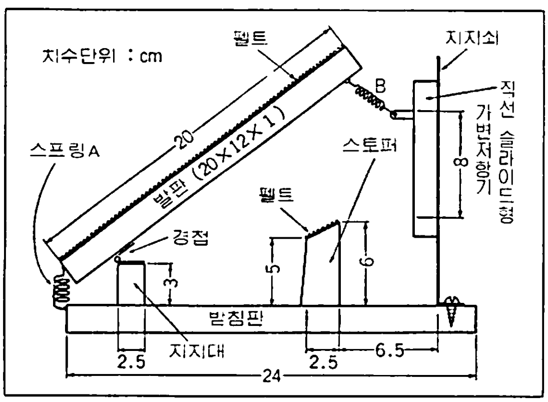


그림 5-34 풋 볼륨

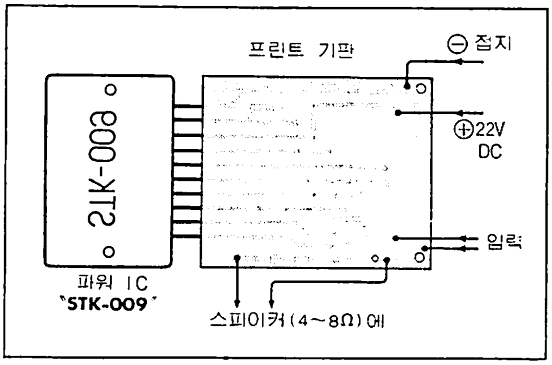


그림 5-35 메인앰프 기판 뒷면

커를 울리기 위해서 마지막 이 메인 앰프부에서 증폭된다. 제6장의 악기용 앰프를 가지고 있는 사람은 그 AUX단자에 악음신호를 입력해 주면 그것으로 충분하다. 그러나 여기서는 이 전자오르간 전용의 메인앰프를 만들어 보았다.

거기에는 후막용의 파워 IC를 사용하는 것이 효과적이고 손쉽게 그 목적을 달성할 수 있다. 각 메이커에서 여러 가지 팩이 나오고 있어 어느 것을 택해야 할지 망설여지겠지만, STK 시리이즈를 예로 들면 STK-011(6W용), STK-016(15W용), STK-009(16W용), STK-025(20W용), STK-032 (25W용), STK-036 (30W용) 등이 있다.

이들 파워 IC를 사용하면 약간의 부가부품을 붙이는 것만으로 희망하는 출력을 낼 수 있는 메인앰프가 되는 것이다. 그러나 다시 간단한 방법으로서 파워 기판 자체가 발매되고 있는 것도 있다(그림 5-35).

이 기판은 STK-009와 그 부가부품이 기판상에 그대로 고정되고, 기판의 뒤는 이미 프린트

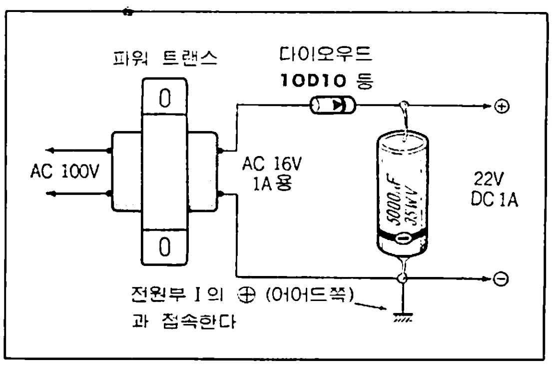


그림 5-36 전원부 II

배선이 되어 있는 기판 제품이다. 따라서 이 파워 기판을 구하면 그 다음에는 전원(22V, DC)과 스피이커(8Ω 또는 4Ω)를 접속하기만 하면 된다.

상품명은 STK009 앰프 기판으로 되어 있다.

참고로 이 파워 기판의 뒷면도(그림 5-35) 와 이 파워 기판용 전원(전원부 Ⅱ)을 그림 5-36 에 나타냈다.

전원부 Ⅱ는 실체도와 같이 간단한 것으로 처리해 놓았다. 전원부 Ⅱ는 전원부 Ⅰ과 달라 ⊖ 접지로 되어 있으니 그 점을 주의하기 바란다. 그리고 파워 기판의 고정에 있어서는 파워 IC에 공랭용 금속판(10×10㎝ 이상)을 붙여 두는 것이 필요하다.

이상으로 전자 오르간 각 부분의 공작은 모두 끝났다.

시험해 보고 싶은 「중음효과」

—유니조널 효과와 코오러스 효과—

노래를 부를 때 독창보다 제창이 소리에 중후한 느낌이 있어 「풍부한 음향」이 된다. 악기음에서도 1열피리의 단음 리이드 오르간보다 2열피리, 3열피리와 같이 복수의 소리를 울리게 하는 오르간이 더 아름다운 소리를 낼 수 있다. 제5장의 3항에서 만든 전자 오르간에도 몇 개의 소리를 겹쳐 보다 풍부한 소리를 내고 싶을 것이다. 그 경우 음원인 스피이커의 수만 증가시킨다고 해서 기대한 중음효과를 낼 수는 없다. 그 이유는 각 스피이커에서 나오고 있는 음성 신호가 동일한 음원신호회로로 만들어진 동일한 토운 신호이기 때문에 모두 같은 위상으로 울리고 있는 것이다. 귀가 복수의 소리로서 느끼기 위해서는 각 스피이커에서 울리는 각 음성신호에 조금씩 위상의 차이가 없으면 안된다.

전자 오르간의 소리에 위상의 차이를 만들기 위해서는 제6장에 있는 것과 같은 리버어브 장치나 회전 스피이커를 사용하는 것도 한가지 방법이지만, 가장 효과적인 방법은 음원신호회로(**LM8071**을 사용한 음계발생회로와 **LM3216**을 사용한 분주회로)를 따로 하나 더 증설하면 된다(2음원신호 방식).

증설한 분주회로로부터의 각 토운 신호는 각각의 버퍼 저항(33kΩ)을 통하여 처음에 있는 각 토운 신호의 버퍼 저항(33kΩ) 끝과 합류시키고, 각 토운 신호를 각각 단일화시키는 것이다. 각각에 중첩되는 이 음계 토운 신호는 각 키이 단자에 배분되는데, 중첩되는 2 토운 신호의 음정은 같은 음정(유니존이 된다)으로 한다.

그러나 그 음정은 완전히 동일한 음정으로 하기보다 약간 다르게(어느 한쪽의 발진 코일 L의 인덕턴스를 조정)하면, 중첩된 2음은 비이트도 생기게 되어, 단음에서는 얻을 수 없었던 아름다운 소리가 난다.

그리고 음원신호회로를 증설해도 전원부 Ⅰ은 전류용량에 여유가 있기 때문에 그대로 좋지만, 음역의 전환용 스위치만은 1회로 4접점짜리에서 2회로 4접점짜리로 교환하지 않으면 안된다.

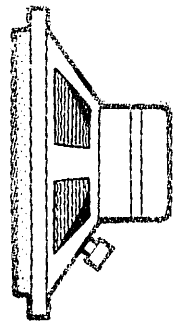
다음에는 3음원신호방식인데, 음계의 각 음은 중첩하는 토운 신호가 3개의 신호로 된다. 즉, 기음의 토운 신호, 5도(완전5도)상의 토운 신호, 그리고 1옥타아브 밑의 토운 신호 등 3신호로서, 말하자면 「코오러스 효과」를 노리는 것이다.

기음신호에 대하여 5도상의 토운 신호(버퍼 저항은 33kΩ보다 높은 값이 좋다)가 가해지면 소리는 깨끗해진다. 또 1옥타아브 밑의 토운 신호(버퍼 저항은 33kΩ이면 된다)를 가하면 음의 두께가 증가하여 풍부한 음이 된다.

이상과 같이 중음방식은 음원신호회로를 증가하는 것만으로 몇개의 소리를 중첩할 수 있기 때문에 유니존과 코오러스 양 효과를 나타낼 수도 있다. 음원신호회로는 편리한 LSI나 IC를 사용함으로써 옛날처럼 힘들이지 않고 만들 수 있기 때문에 전자 오르간의 소리는 반드시 두께와 깊이가 있는 중음방식으로 하는 것이 좋다.

6 아름다운 소리를 내어 보자

6. 아름다운 소리를 내어 보자



지금까지 여러 가지 전기악기를 만들어 왔는데, 이와 같은 악기음을 내는데 가지고 있던 앰프를 사용해 왔다. 그러나 전기악기의 소리를 충분히 즐기기 위해서는 아무래도 전기악기 전용의 앰프나 스피이커가 필요하다.

이 앰프가 완성되면 지금까지 만든 전기악기의 음신호를 모두 이 앰프에 접속할 수 있다. 또 이 다음에 만들 악기용의 스피이커와 병용함으로써 전기악기의 소리는 「완전한 전기악기의 소리」로서 낼 수 있다.

1. 악기용 앰프

악기용 앰프의 블록다이어그램을 그림 6-1에서 검토해 보자. $A_1 \sim A_4$는 프리앰프부로서 입력을 일단 4회로로 했다. 여러 가지 악기 등의 합주나 마이크를 병용할 경우를 상정하고 있다.

다음에 4회로로부터의 신호는 각 레벨조정을 한 후 믹서부분에서 하나의 합성신호로 합친다. 그리하여 이 신호는 토운 콘트롤부 C를 통해 좋아하는 음질로 f특성을 바꾼 다음, 악기용 스피이커를 구동하기 위한 메인앰프부 D에서 신호를 파워 업한다. 그런 후에는 각부에 전력을 공급하기 위한 전원장치 E를 설치했다.

조 립 은

어떤 앰프 케이스에 조립할 것인가 하는 것부터 결정해야 된다. 언제나 같은 장소에 놓고 사용한다면 보통의 앰프 케이스면 된다. 그러나 친구집이나 무대 등에서 들고 다닐 용도가 있으면 포오터블용의 앰프 케이스가 필요하다.

또 스피이커와 원팩으로 가지고 다닐 수 있는 앰프로 하기 위해서는 스피이커 케이스 내에 들어가는 섀시를 사용해야 한다.

그림 6-2는 각 블록의 부품류를 앰프 케이스에 배치한 일례이다. 가지고 있는 앰프 케이스 등, 형태나 크기에 따라 부품 배치가 약간 달라질 것이다. 이 앰프는 전체의 이득이 65dB 이상이나 되기 때문에 처음에 부품을 배치할 때부터 험 노이즈 등의 혼입을 방지하도록 배려할 필요가 있다.

앰프 전체의 회로를 그림 6-3에서 볼 수 있다. 회로도를 보면서 블록별로 설명하기로 한다.

프리앰프부 $A_1 \sim A_4$

이 악기용 앰프는 4개의 신호까지 동시에 입력할 수 있도록 입력단자를 4개 갖추고, 각각 독립된 4개의 회로로 구성되어 있다. 회로도에서 입력 1부터 입력 3까지 증폭하는 것은 NF를 건 2석 직접결합 증폭기로 하고, 입력 4는 간단한 1석 프리앰프로 했다.

험 방지대책으로서 입·출력쪽에 모두 시일드선을 사용하고, 그 어어드쪽은 어어드 포인트에 접속한다.

앰프 만들기를 처음으로 해 보는 사람은 특히 프리앰프부에서는 세심한 배려가 필요하다.

그림 6-3에서 보는 프리앰프 회로는 그대로 기판에 조립한 것인데, 그림 6-4와 같이 번호가 붙은 고정쇠가 나와 있기 때문에 외부로부터의 선은 이 고정쇠에 납땜하기만 하면 된다. 이 기판에는 저잡음용의 실리콘 트랜지스터(2SC1000)가 사용되었고, 로우 노이즈로 광대역의 프

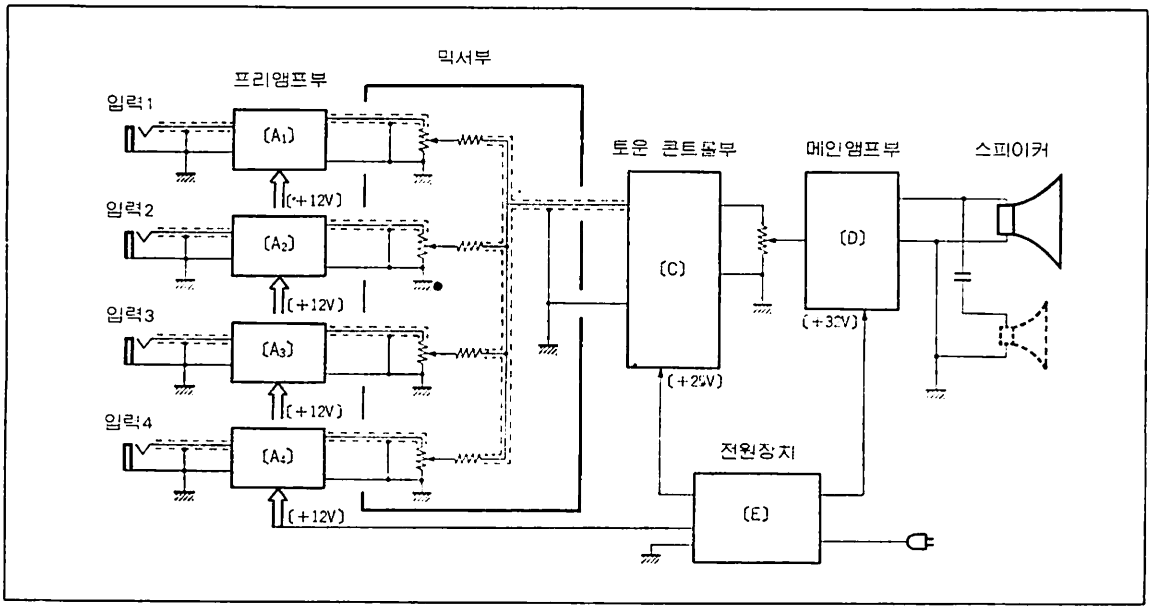


그림 6-1 악기용 앰프의 블록 다이어그램

리앰프로 되어 있다.

프리앰프부에 트레몰로회로가 필요하면 입력 5의 단자를 설치하고, 그 신호증폭에 트레몰로용의 프리앰프회로를 증설하기 바란다. 회로는 제 5 장 전자 오르간의 프리앰프부(트레몰로 신호 발진회로 포함)회로를 그대로 사용하는데, 이 그림은 ⊕접지로 되어 있기 때문에 전원은 별도 전원으로 한다.

토운 콘트롤부 C

각 프리앰프에서 레벨 업된 신호는 각각의 출

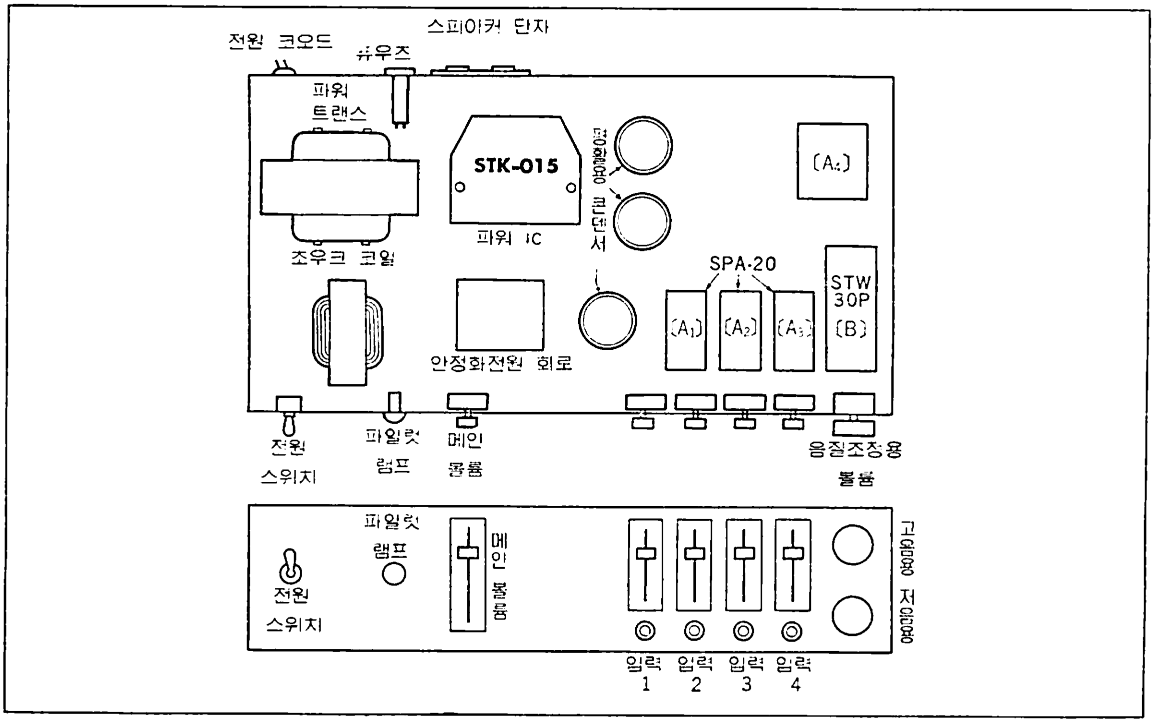


그림 6-2 부품 배치의 일례

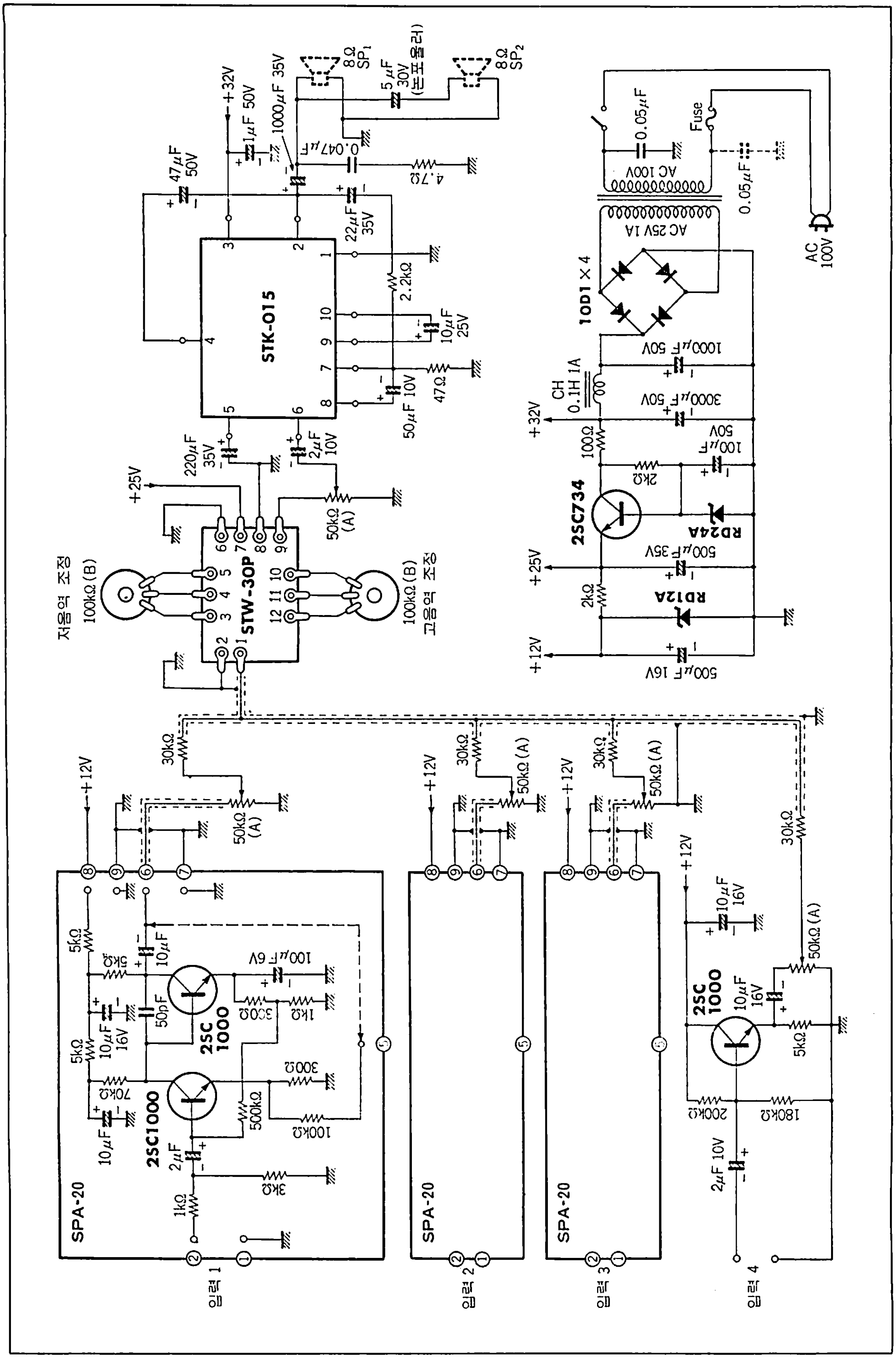


그림 6-3 악기용 앰프 회로도

력쪽에서 레벨 조정을 한 후, 버퍼 저항 30kΩ을 통하여 단일화되어 토운 콘트롤부에 입력된다.

악기용 앰프는 입력된 신호를 그냥 증폭하여 스피이커를 구동하면 되는 증폭기가 아닌 것이다. 입력된 악기음의 신호로 다소 부족한 듯한 음역이나 좋아하는 음역은 강조하고, 좀 귀에 거슬리는 음역은 억제할 수 있는 회로가 필요하다.

자기 취향에 맞는 음질을 만드는 회로가 필요한데, 그 역할을 하는 것이 콘트롤부이다.

하나의 기판에 통합한 예가 그림 6-5에 나와 있는데, NF형이다. 기판에는 이 그림에서처럼, 프리앰프의 기판 같이 번호 있는 단자가 나와 있기 때문에 밖에 달린 선을 납땜하는 것만으로 그림 6-6과 같은 f특성을 얻을 수 있다.

메인앰프부 D

토운 콘트롤부의 출력쪽에서 나온 신호는 메인 볼륨(50kΩ, A형)을 거쳐 메인앰프의 입력쪽에 접속된다〔메인 볼륨은 기타아 연주 등 발로 조작하고 싶을 때 제 5 장의 전자 오르간의 풋볼륨(그림 5-34)과 같은 것을 자작하면 된다〕.

메인앰프는 후막혼성회로가 원팩으로 된 파워 IC를 사용하는데, 각 메이커에서 여러 가지가 발매되고 있다.

출력 규모상으로 생각하여 STK-015를 택해 보았다. 이 파워 IC는 출력이 10 W이고 규격과 성능은 표 6-1과 같다.

파워 IC를 금속 앰프 케이스(섀시)에 직접 비스로 고정하면 케이스 자체가 방열판 역할을 한다. 파워 IC의 주변부품은 US 러그판을 설치하여 고정하고 거기에 배선해 나가면 된다.

조립은 그다지 어렵지 않다. IC의 핀번호와 전해 콘덴서의 극성을 틀리지 않도록 배선한다.

전원장치 E

이 앰프는 3종류의 전원전압이 필요한데, 파워부D는 +32V, 토운 콘트롤부 C는 +25V(+15V~25V), 프리앰프부 $A_1 \sim A_4$는 +12V, 모두 ⊖접지로 되어 있다.

이들 전원전압을 얻기 위해서는 AC25V의 2차전압을 실리콘 다이오우드로 전파정류하고 있다. 이 정류한 직류(맥류) 전압은 다시 초우크 코일을 통하여 대용량의 전해 콘덴서로 리플 부분을 제거한다.

또 초우크 코일은 파워 트랜스와 떼고, 그 철심 방향이 직각이 되게 한다.

다음에 +25V와 +12V의 전원은 +32V를 전압강하시켜 만드는데, 각각 제너 다이오우드를 사용하여 전압의 안정화를 도모하고 있다. 앰프는 입력쪽으로 나아갈수록 평활회로가 충분한 것으로 해 줄 필요가 있다. 또 평활회로와는 별도로 트랜스에서 전원 험이 혼입하면 트랜스의 1차쪽과 섀시 사이에 0.05μF, 600V 내압의 콘덴서를 접속해 보기 바란다(점선과 같이 2개로 하는 것이 좋은 경우도 있다).

2. 리버어브와 에코우

악기의 소리가 실내에서 울리면 우리들의 귀는 악기로부터의 소리뿐 아니라, 실내의 벽 등

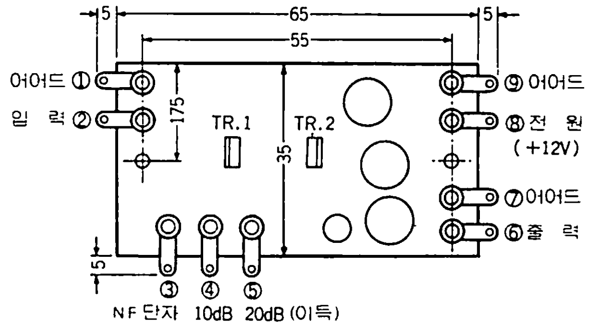


그림 6-4 기판 SPA-20의 평면도

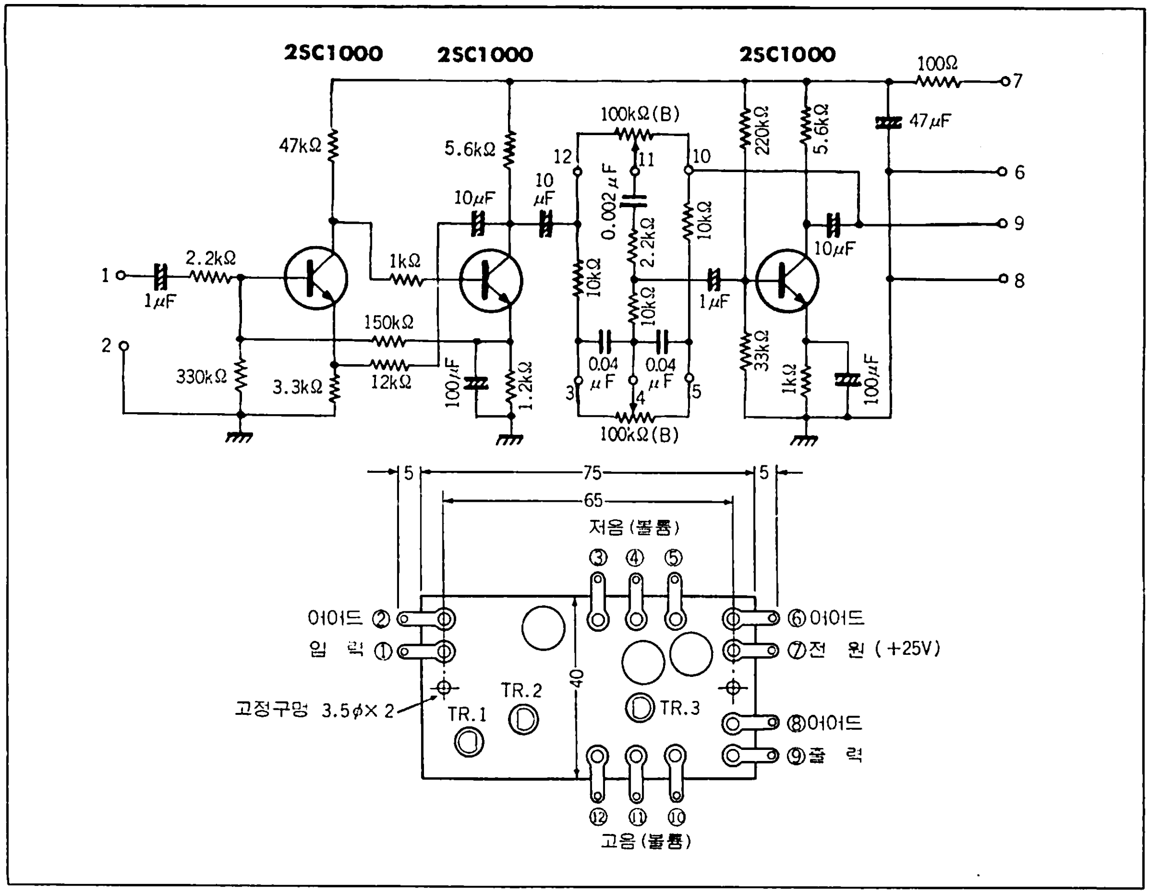


그림 6-5 STW-30P의 회로도와 외형 평면도

에 부딪친 그 반사음(에코우)도 듣고 있는 것이다. 그러나 에코우는 1번뿐만 아니라 몇번이나 벽에 부딪쳐서 생기고 차차 감쇠되어 가는 것이다. 이른바 여운이라는 울림이 되는 것인데, 이 울림이 잔향음(리버어브 사운드)이다.

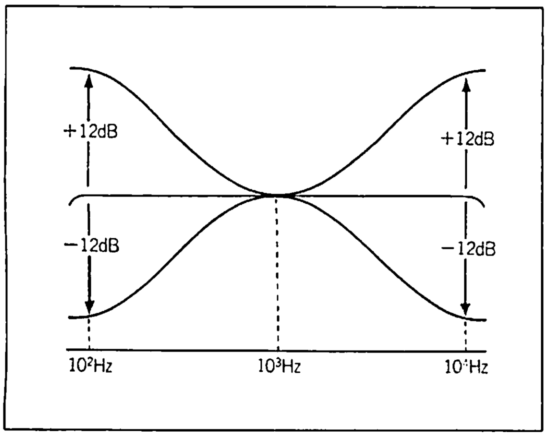


그림 6-6 STW-30P의 토운 콘트롤 커어브

악기에서 직접 나는 처음의 악기음이 100만분의 1로 약해지기까지의 시간을 그 방의 잔향시간이라 한다. 같은 악기의 소리라도 이 잔향시간의 장단으로 상당히 다른 느낌의 소리로 들린다. 반향이 좋은 타일 붙인 목욕탕 등에서 서투른 목소리로 부르는 노래소리가 그럴듯한 소리로 들리는 것도 그 예이다.

그럼 잔향이 있는 소리를 내기 위해서는 어떻

표 6-1 STK-015의 규격·성능

최대전압	48V
최고사용온도	90°C
추장전압	32V
부하저항	8 Ω
무신호전류	50mA 이하
출 력	10W
전압이득	33dB
입력저항	40kΩ
전고조파왜율	0.5% 이하

게 해야 하는가. 그림 6-7에서 잔향이 일어나는 상태를 한번 더 생각해 보면, 먼저 어떤 소리 A가 실내의 벽 등에 부딪쳐 첫번째에 반사하는 소리 B가 발생했다고 하자. 다음에 이 B의 소리가 또 다른 벽에 부딪쳐 반사음 C를 일으키고 다시 또 다음의 반사음 D를…이렇게 반복된다.

즉, B, C, D…와 같이 연속하여 발생하는 소리(그 강도는 차차 약해져 간다)가 잔향이다. 그러나 실제로는 B, C, D…는 각각 1종류씩의 소리가 아니라 몇개의 벽이나 천장 등의 반사물에 여러 방향에서 서로 부딪치는 것이다.

그 상태는 매우 복잡하여 이른바 스페이스 에코우로서 울린다. A에서 B, B에서 C…와 같이 소리가 도중에서 늦어지는 것을 지연(딜레이)시간이라 한다. 그리고 이 지연시간의 차이는 귀로 들은 잔향의 느낌을 크게 좌우한다.

지연시킨 소리를 반복함으로써 잔향이 만들어지는 것인데, 거기에는 여러 가지 방법이 있다. 표 6-2는 그 방법과 지연시간의 관계이다.

스프링 에코우 방식

가장 일반적인 방법으로는 해먼드사(미국) 등이 개발한 이 스프링 방식이 있다. 원리적으로는 그림 6-8 A와 같이 스프링의 한 끝을 드라이브부에서 약간 구동시키면 그 탄성진동이 스프링을 전해 가서 다른 끝의 픽업부까지 전달된다. 이 전달시간만큼 늦어진 스프링의 진동이 픽업

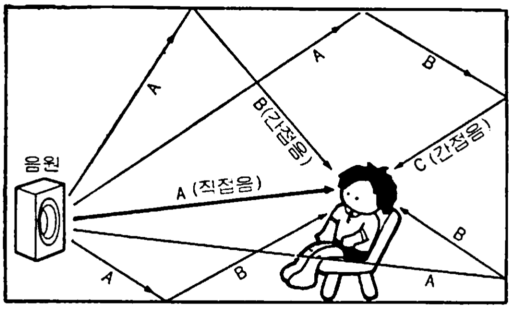


그림 6-7 음파의 통로, 음원에서 귀까지

부분에 잔향적인 신호를 발생시키게 된다.

스프링의 탄성 진동에는 비틀림의 탄성을 사용한 것과 인장·압축의 탄성을 사용한 것이 있다. 실용적인 리버어브 유닛으로서는 그림 6-8 B와 같은 구조로 된 것이 시판되고 있다. 스프링은 1개뿐 아니라 특성이 다른 스프링을 2개 이상 사용한 것이라든가, 픽업 부분을 복수개를 가진 것도 있다.

또 이 유닛을 기름에 적셔 스프링의 기계적인 냄새를 적게 하려는 것 등, 여러 가지 연구가 진행되고 있다.

테이프 에코우 방식

녹음 헤드와 소거 헤드가 각 1개, 그리고 몇개의 재생 헤드를 갖춘 테이프 데크가 이 방식의 리버어브 유닛이라고 생각해도 된다. 여기에 엔들리스 테이프를 걸어 그림 6-9와 같이 작동시

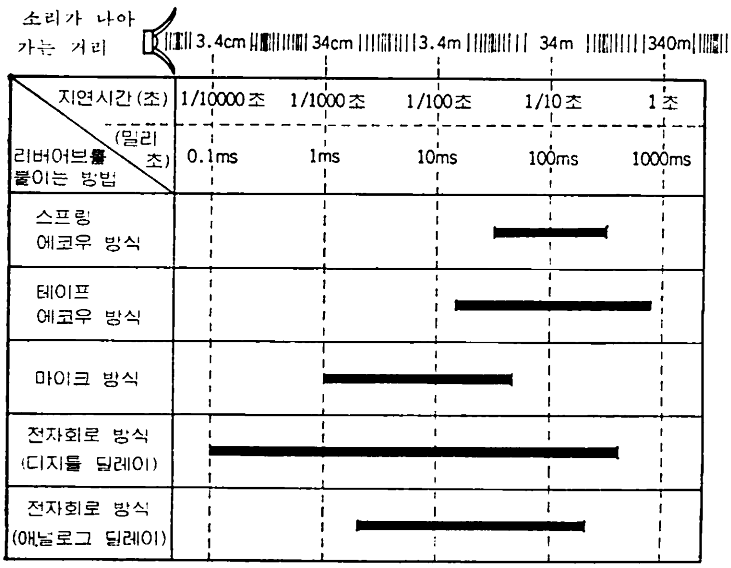


표 6-2 각 방식의 지연시간(초)

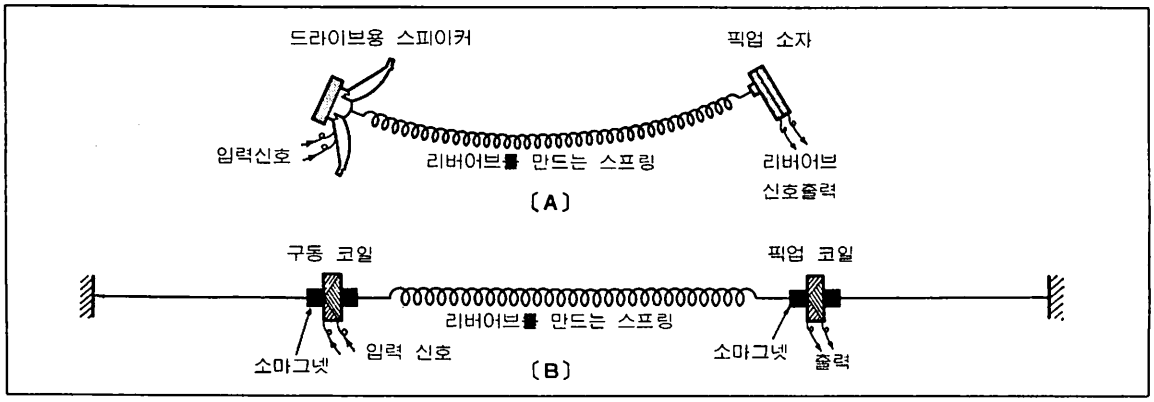


그림 6-8 스프링 에코우 방식

키면 다른 방식과는 다른 느낌의 리버어브음이 만들어진다.

그 작동원리는 첫째 원음신호가 녹음헤드에 의하여 엔들리스 테이프에 녹음된다. 그리고 테이프의 진행에 의하여 녹음 부분이 약 100밀리 세컨드(1/10초) 정도 늦게 재생 헤드를 통과할 때 재생신호가 발생한다.

이 경우 재생 헤드는 복수개 있기 때문에 각 재생 헤드에서는 차례로 재생신호가 발생하고 그것이 리버어브 신호가 된다. 이 신호는 믹서와 앰프를 통하여 스피이커에서 음성화되어 잔향음과 비슷한 소리가 만들어진다. 헤드의 간격이나 테이프 스피이드 등을 변화시킴으로써 잔향음의 모우드에 변화를 줄 수도 있다.

마이크 에코우 방식

이 방식은 그림 6-10과 같이 대별하면 2종류의 유형으로 나누어진다. 우선 원음신호(잔향음을 만드는 기본적인 소리)를 증폭하고 스피이커(SP1)를 울리는 데까지는 2개의 시스템이 모두 같다. 그리고 A의 시스템에서는 그 음을 긴 관(연질의 비닐 파이프 등)으로 유도한다.

소리는 긴 파이프 속을 구불거리며 나아가는데, 파이프의 군데군데에는 그 옆에 마이크 1, 마이크 2…마이크 n이 세트되어 있고, 각 마이크는 그 곳을 통과하는 소리를 포착한다. 포착하는 음성신호는 마이크의 위치와 관련하여 시간적으로 조금씩 지연되고 있기 때문에 이와 같은

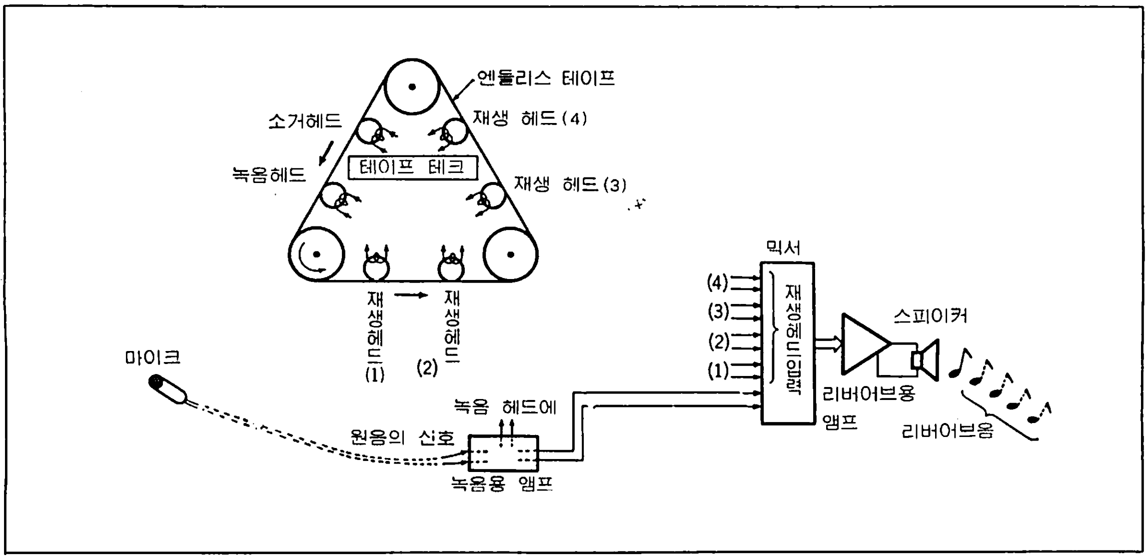


그림 6-9 테이프 에코우 방식

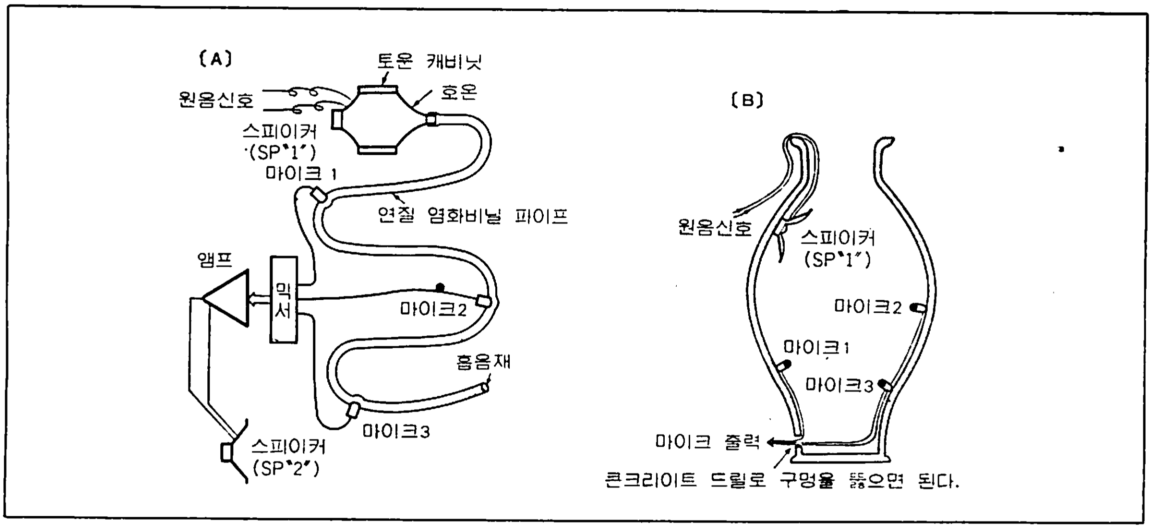


그림 6-10 마이크 에코우 방식

신호를 합성하면 잔향음과 같은 신호가 만들어지는 것이다.

다음에는 B의 시스템인데, 이것은 스피이커(SP1)를 큰 항아리(사진 6-1과 같은 것) 속에 넣어 울려 본 것이다.

항아리 입구에 귀를 들이대어 보면 항아리 속에서는 스피이커로부터의 소리가 항아리 안쪽벽에서 여러 가지 방향으로 몇번이나 반사되기 때문에 잔향음이 가득하다. 그래서 그 속에 마이크를 넣어 이 잔향음을 포착하여 다른 스피이커(SP2)를 울려 보았더니, 자연적인 느낌을 주는 잔향음을 만들 수 있었다.

필자가 사용한 것과 같은 큰 항아리가 없으면 다른 큰 용기도 대용할 수 있을 것이다. 그러나 직방체로 된 용기 같으면 스피이커(SP1)는 비스듬히 밑쪽을 향하도록 설치하여, 소리가 여러 각도로 반사하도록 배려해야 된다. 또 직방체의 바깥쪽에서는 외부의 진동이 용기 안으로 전해지지 않도록 방진과 방음에 유의하기 바란다.

전자회로를 사용한 에코우 방식

이 방식은 원래의 신호를 전자회로에 의해 시간적으로 지연을 만들고, 그 지연시간으로 잔향음이나 그 밖의 효과를 내려는 것이다. 이와 같은 딜레이 방식에서는 디지틀 시스템과 애널로그 시스템이 있는데, 전자에는 서독 EMT사의 EMT-250 등이 있다.

이것은 프로가 녹음 스튜디오 등에서 구사하고 있는데, 그 주파수 특성이나 가격도 매우 비싸기 때문에 좀 접근하기 어려운 것 같이 생각된다.

애널로그 시스템인 것에는 BBD라는 지연용의 IC 소자가 알맞은 가격으로 등장했다.

3. 스프링 에코우를 내어 보자

가장 만들기 쉬운 스프링 방식의 리버어브 장치를 실제로 공작해 보자.



사진 6-1 항아리 속에서 스피이커를 울려 보자

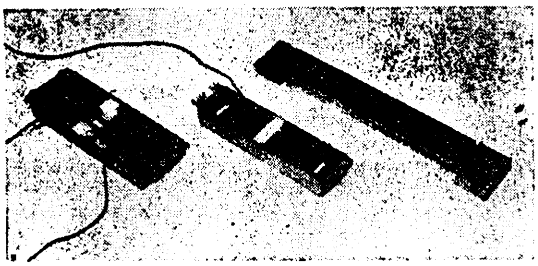


사진 6-2 시판품 스프링식 리버어브 유닛

이 장치를 악기용 앰프와 조합시키면 여러 가지 악기음에 깊이가 있는 여운을 붙일 수 있다. 또 최근에는 배경음악용 테이프가 유행인 것 같다. 플레이어에 이 리버어브 장치를 부가해 보는 것도 좋을 것이다.

리버어브 유닛은

스프링 방식의 리버어브 장치를 만들려면, 이 장치의 심장부에 해당하는 리버어브 유닛을 구해야 한다. 사진 6-2는 시판되고 있는 유닛 본체의 표본이다. 유닛의 자작은 전혀 불가능하다고 말할 수는 없지만, 시판품을 구하기로 했다.

구입할 때의 주의로서 스프링은 긴 것일수록, 그리고 그 갯수는 2개 이상 되는 것이 음질이 일반적으로 좋은 것 같다. 또 입출력 부분(드라이브쪽과 픽업쪽)의 코일 임피이던스를 확인하는 것도 잊어서는 안된다. 시험제작기의 스프링 유닛은 입력쪽 코일의 임피이던스가 8Ω인 저임피던스형을 사용하고, 출력쪽 코일에는 3kΩ의 고임피이던스형을 사용했다.

그 구조는

이 스프링 유닛의 입력쪽, 즉 구동 부분의 드라이브 신호를 어디서 취하는가 하는 것이 문제가 된다. 그 방법으로서 그림 6-11〔Ⅰ〕과 같이, 드라이브 신호를 만들어 내기 위해서 드라이브용 소출력 앰프를 특설하는 방식이 있다.

그러나 여기서는 유닛을 드라이브하는데 악기용 메인 앰프의 스피이커 단자출력을 사용하기로 했다. 즉, 그림 6-11〔Ⅱ〕와 같이 특별한 드라이브용 앰프는 사용하지 않았다. 유닛의 입력쪽은 악기용 앰프의 스피이커 단자에 스피이커와 병렬로 접속하는 것이다. 병렬이라 하지만 유닛의 입력쪽에는 C_1(5μF 논 포울러형)과 R(30Ω 가변저항기, 권선형 2W용)를 넣었다.

이 스프링 방식의 리버어브 유닛으로는 구조상 아무래도 저음역 출력이 너무 많이 나오기 때문에 입력쪽에는 C_1, 출력쪽에는 C_2(약 0.01μF 전후)를 넣어 저음역을 살리고 있다. 또 30Ω의

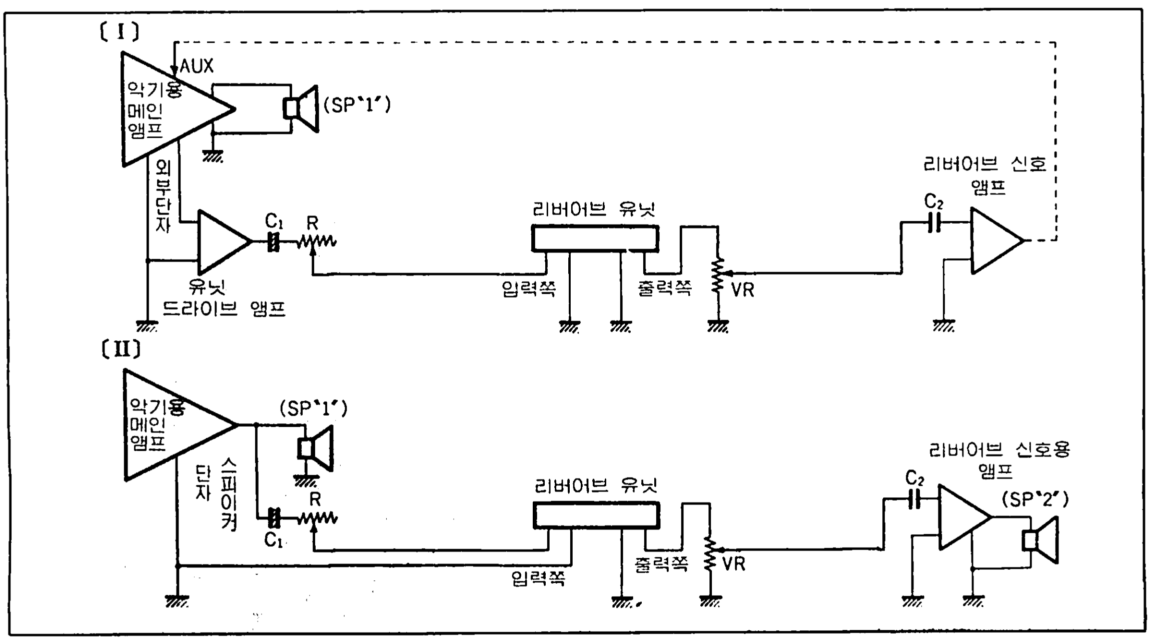


그림 6-11 입·출력 방식의 차이

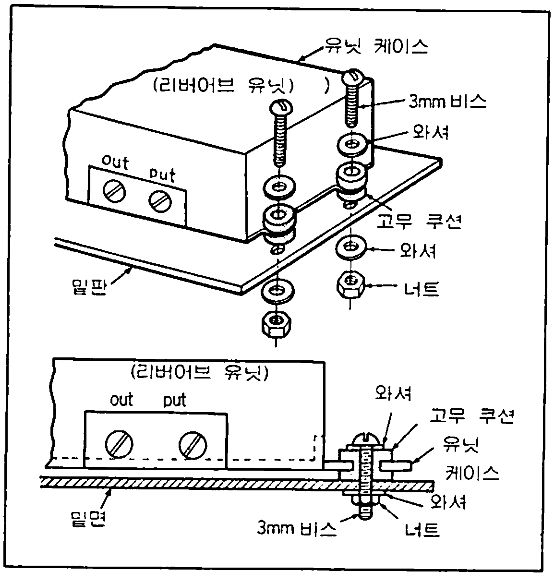


그림 6-12 유닛을 고정시키려면

가변저항기는 음역 전체를 콘트롤하고, 드라이브 신호의 레벨을 적정하게 하기 위한 것이다.

다음에는 리버어브 유닛의 출력쪽을 검토하여 보자. 그림 6-11〔Ⅰ〕의 점선으로 나타낸 것과 같이, 그 출력을 악기용 메인앰프의 AUX 단자에 피이드백하는 방법도 있다. 그러나 여기서는 리버어브음을 다른 앰프와 스피이커(SP2)로 울리도록 했다. 그 때문에 이 그림〔Ⅱ〕와 같이 리버어브음용 앰프가 필요하게 된다.

이와 같은 방식으로 하는 잇점으로서는, 동작이 안정되고(하울링 등이 잘 일어나지 않는다) 또 리버어브의 여운이 다른 스피이커에서 나기 때문에 악기음이 입체화하여 자연스러운 느낌을 주는 소리가 된다.

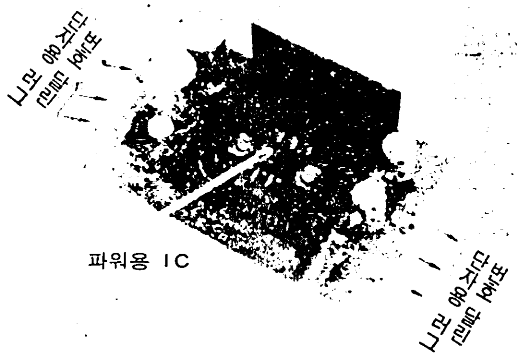


사진 6-3 앰프 기판 SM-400IC

조 립 은

그림 6-11〔Ⅱ〕와 같은 구조로 리버어브 장치를 만들어 보기로 하자. 전체의 구성으로서는, 앰프 케이스에 짜거나 목판 위에 세트해도 된다.

그러나 가장 주의해야 할 것은, 앰프 부분의 파워 트랜스가 리버어브 유닛과 자기적으로 충분히 차단되어 있어야 한다. 전원으로부터의 자속이 리버어브 유닛에 포착되거나 하면 험이 생겨 리버어브음이 흐려져 버린다.

다음에 배려할 것은 리버어브 유닛의 고정방법이다. 유닛은 판이나 케이스에 직접 고정시키는 것이 아니라 고정 부분에는 그림 6-12와 같이 고무 다리(또는 스펀지 등의 방진재)의 쿠션을 붙여 띄워서 고정한다.

회 로 는

그림 6-13에 장치의 회로도를 나타냈다. 유닛의 입력쪽 드라이브 코일에 적당한 드라이브 신

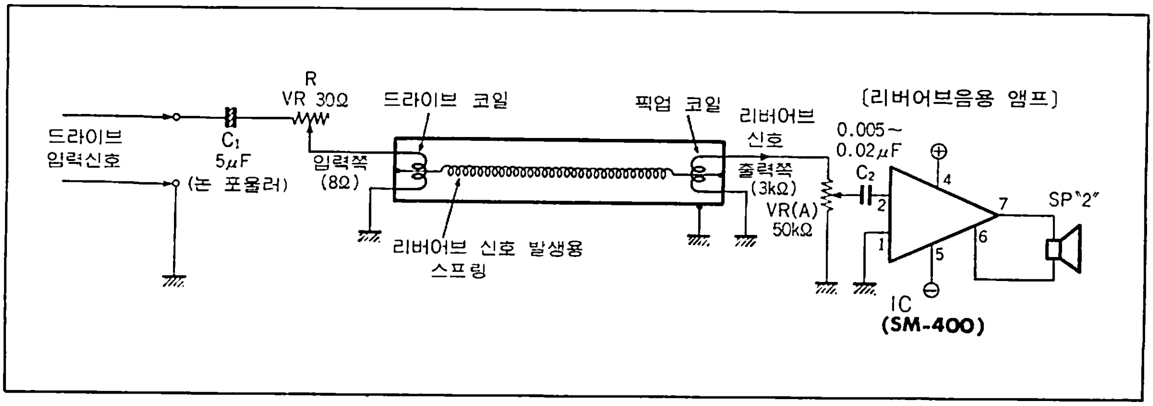


그림 6-13 회로도

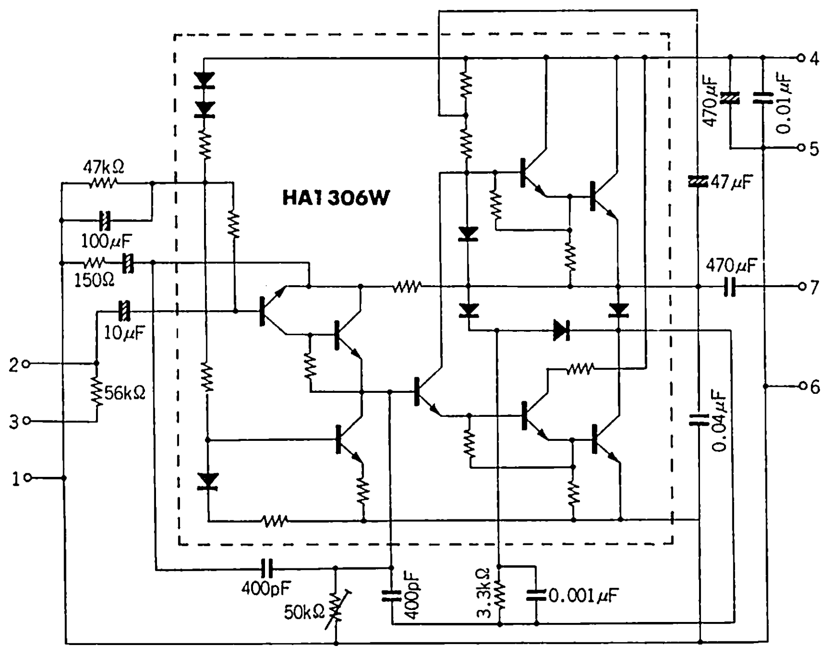
표 6-3 SM-400 IC 규격 · 성능

입력임피이던스	100kΩ 이상
전 류	2 mA 이하
전 원 전 압	DC12V 마이너스 접지
트 랜 지 스 터	2SC458×2
치 수	65×35×15mm
이 득	⑤⑥을 연결하여 20dB
출력임피이던스	다음단의 임피이던스 5kΩ 이상
주 파 수 특 성	10Hz~30kHz(−3dB)
최 대 입 력 전 압	300mV
최 대 출 력 전 압 (부하 10kΩ)	2.7V(Dist 1 %)
S/N 비	70dB 이상 (입력50mV)

호가 가해지면 스프링이 드라이브되고, 그 결과는 출력쪽의 픽업 코일에 리버어브 신호의 출력이 여기된다.

이 출력전압은 사용한 유닛이 하이 임피이던스(3kΩ)의 픽업 코일이기 때문에 약 100mV 전후의 출력신호를 발생한다. 그럼 이 신호로 리버어브음을 울리게 하는데는 어떤 메인 앰프가 좋을까. Tr를 배열하여 앰프를 짜는 것도 한가지 방법이다. 그러나 손쉽게 중출력용의 파워 IC를 이용하는 것이 간편하다. 또 수고를 적게 하는 방법으로서는 앰프 유닛의 기판 제품을 사용하는 방법이 있다.

이 제품은 파워 IC와 그 부속 부품이 하나의 기판 위에 조립되어 있는 것으로서, 번호가 붙은



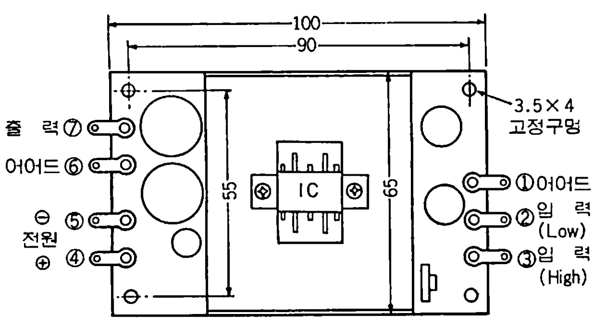


그림 6-14 SM-400 IC 회로도와 외형 평면도

단자에는 입력신호를 배선하고, 전원과 스피이커를 접속하기만 하면 작동하는 메인앰프이다.

기판제품에도 여러 가지가 있지만, 여기서는 SM-400이라는 IC를 사용했다.

이 리버어브 앰프에는 중출력(수 W 정도)급이 적당한데 SM-400 IC가 거기에 해당한다. SM-600 IC나 SM-200 IC 등도 된다.

SM-400 IC의 외관은 사진 6-3과 같은 형으로서, 그 회로와 기판의 치수는 그림 6-14와 같이 되어 있다. 규격이나 성능은 표 6-3과 같다. 기판에는 파워 IC, HA1306W가 장비되고, 그 주변 부분에는 콘덴서와 저항이 이미 프린트 배선이 되어 있고, 번호 붙은 각 단자(①~⑦)가 나와 있다.

전원은 그림 6-15와 같은 것으로 충분하다. 이 앰프 유닛에 거는 전압은 최대 18V(무신호 때)를 절대로 넘지 않게 하기 바란다. 그 이상의 높은 전압을 걸면 IC가 곧 못쓰게 되어 버린다. 또 스피이커 단자에 규정된 부하(4~8Ω)보다 낮은 저항을 접속하거나 단락 등을 하지 않아야 한다. 이 점 주의하기 바란다.

조 정 은

조정도 간단하다. 악기용 메인앰프를 작동시켜 스피이커(SP1)를 보통으로 울려 둔다. 다음에 리버어브 앰프의 스위치를 ON하고, 입력쪽의 볼륨(50kΩ)을 조금씩 높여 가면 리버어브음용의 스피이커(SP2)에서는 리버어브음의 여운이 울릴 것이다.

SP1로부터의 원음과 SP2로부터의 리버어브음이 입체적으로 교차하고, 호올에서 듣는 것과 같은 느낌의 음장이 되면 된다.

리버어브음의 음질은 리버어브 유닛의 입력쪽 볼륨(30Ω)을 약간 낮추어 가감하고, 앰프쪽의 볼륨(50kΩ)은 약간 올리도록 하는 것이 좋을 것 같다. 또 저음의 조정은 C_1 (5μF)과 C_2 (0.005~0.02μF)의 용량값을 바꾸어 한다. 사용하는 리버어브 유닛이나 스피이커 등에 따라 최적의 용량값은 달라지지만, 그 결정은 실험적으로 귀로 판단해서 한다.

그러기 위해서는 콘덴서를 몇개 준비해 두고, 클립으로 바꾸어 접속해 보는 것이 편리하다. 저음이 너무 많이 날 때는 콘덴서의 용량값을 줄여 가면 된다.

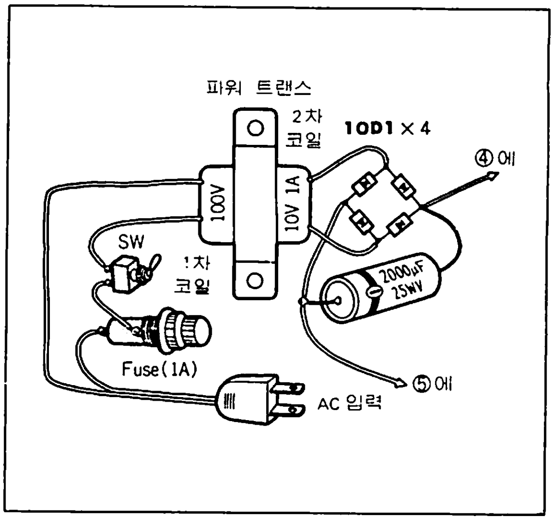


그림 6-15 SM-400 IC의 전원

4. 악기용 스피이커 시스템

스피이커는 하이 파이용으로서는 악기음을 재현하는데 부적당하다. 그래서 상점들을 돌아다녀 보면 기타아 앰프 등에 접속하는 전용의 스피이커가 눈에 뜨인다. 그러나 그대로 사서 토운박스에 고정시켜 울리는 것은 아니다. 이것만으로는 좀 부족하다. 될 수 있으면 가지고 있는 보통 스피이커를 사용해도 전기악기의 소리를 아름답게 내어 보려는 것이 목표이다.

전기악기를 만드는 즐거움에 이와 같은 스피이커 시스템 만들기도 덧붙여 보고 싶다.

여기서 다룬 스피이커 시스템은 다음의 4종류이다.

① 평판형 스피이커
　(판이나 울림상자에서 소리를 낸다)
② 호온형 스피이커
　(나팔에서 소리를 낸다)
③ 회전 스피이커
　(주위에 소리를 퍼뜨린다)
④ 파이프스 스피이커
　(파이프로 소리를 울린다)

이러한 스피이커 시스템에 대하여 차례로 설명해 본다.

5. 평판형 스피이커

스피이커라 하면, 보통은 코운형의 지면이 피스톤적인 음성진동을 하여 소리를 내고 있다. 그러나 피아노나 기타아 등의 악기는 향판이라는 판이 복잡한 굴곡진동을 하여 소리를 낸다. 그래서 악기와 같은 소리를 내는데, 작은 코운형의 종이가 아니라 큰 판에서 소리를 내어 보려는 시도가 꽤 오래 전부터 있어 왔다.

그 중에서 실용화된 판형의 스피이커에는 일본의 NS스피이커(자연음 스피이커)를 들 수 있다. 이 스피이커(그림 6-16)는 그림과 같이 추상적인 형태로 된 진동판을 가지고 있는 것이 장점인데, 이 판은 비중이 0.03인 발포 폴리 스티롤로 만들어졌다. 그 무게중심을 다이내믹 코일로 구동함으로써 굴곡진동을 일으키고 악기음과 같은 자연음을 울리게 하는 설계이다.

진동판이 추상적인 형태로 되어 버리는 것은, 타원의 한쪽 귀퉁이를 잘라 버린 비대칭형으로 함으로써 음향재생상 매우 불편한 제3차의 진동상태를 일으키지 않게 하기 위해서일 것이다.

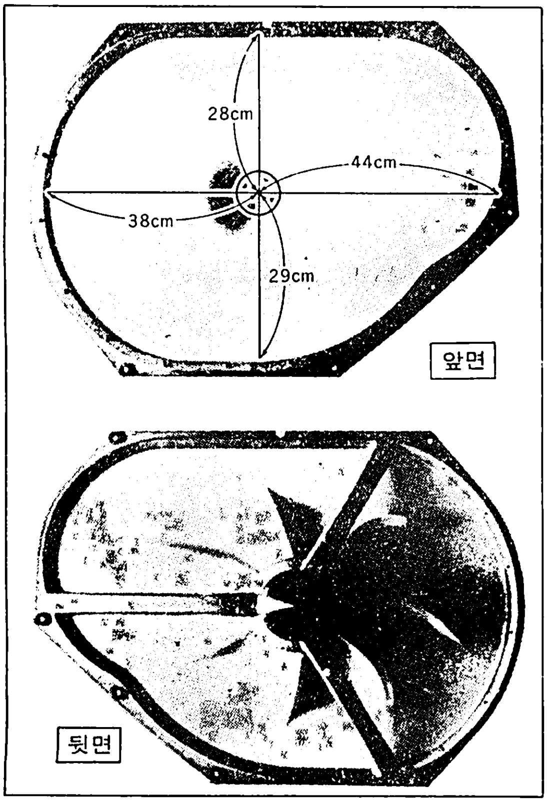


그림 6-16 NS스피이커

이와 같은 NS 스피이커를 더 발전시킨 것이 울림상자 스피이커이다. 이 스피이커는 NS 스피이커의 앞면을 현악기의 울림상자와 같이 한 것이라고 생각해도 좋다.

즉, 첼로나 기타아의 울림상자 뒷판이 NS 스피이커의 진동판이 되는 것이다. 따라서 진동판 앞면의 공기는 판이 진동할 때마다 울림상자 내에서 몇번이나 소리로서 반사를 되풀이하고, 향공으로부터는 울림상자 내의 공기가 호흡하기 때문에 종래의 코운 스피이커로는 얻을 수 없는 악기 특유의 자연음을 울리게 할 수 있다.

울림상자 스피이커의 제작

그림 6-17에서 이 스피이커의 전체상을 볼 수 있다. 폭이 약 20cm인 나왕판으로 장방형의 바깥틀 ①을 만든다. 이 나무틀 앞면에는 장방형의 틀과 동등한 면적을 가진 향판②(두께 3mm의 베니어판)를 목공용 본드로 붙인다. 그리고 이 향판 밑쪽에는 기타아의 울림상자 등에서 볼 수 있는 원형의 향공③(12cmϕ)을 뚫어 둔다.

다음에는 바깥틀의 안쪽 주위에(향판보다 약 6cm 정도 띄운다) 1cm각의 각재를 본드로 ④와 같이 붙인다. 그리고 거기에는 두께 6mm 정도의 두꺼운 베니어판으로 진동판 틀⑤를 만들어 끼워 접착한다.

이 진동판틀은 바깥틀의 안쪽에 꼭 들어갈 정도의 장방형 면적이 필요하다. 따라서 접착제는 바깥틀에도 접착되게 바른다. 이 진동판 틀에는 그림과 같은 추상적인 도형⑥을 그리고, 그 곡선을 따라 실톱으로 자른다.

다음에는 이 추상형의 구멍보다 조금 큰 평면형의 진동판⑦을 만들되, 큰 건재상 등에서 대형(1m×2m)의 단열재용 발포 스티롤판을 구한다. 구하지 못하면 두께 3mm의 얇은 베니어판도 좋다.

이러한 판을 실톱으로 추상도형으로 절단하여 진동판틀과 목공용 본드로 접착하는데, 그 크기는 주위가 2cm의 폭으로 진동판틀과 포개지는 진동판이 되어야 한다.

포개진 부분이 접착된 부분이 되는 것이다. 이

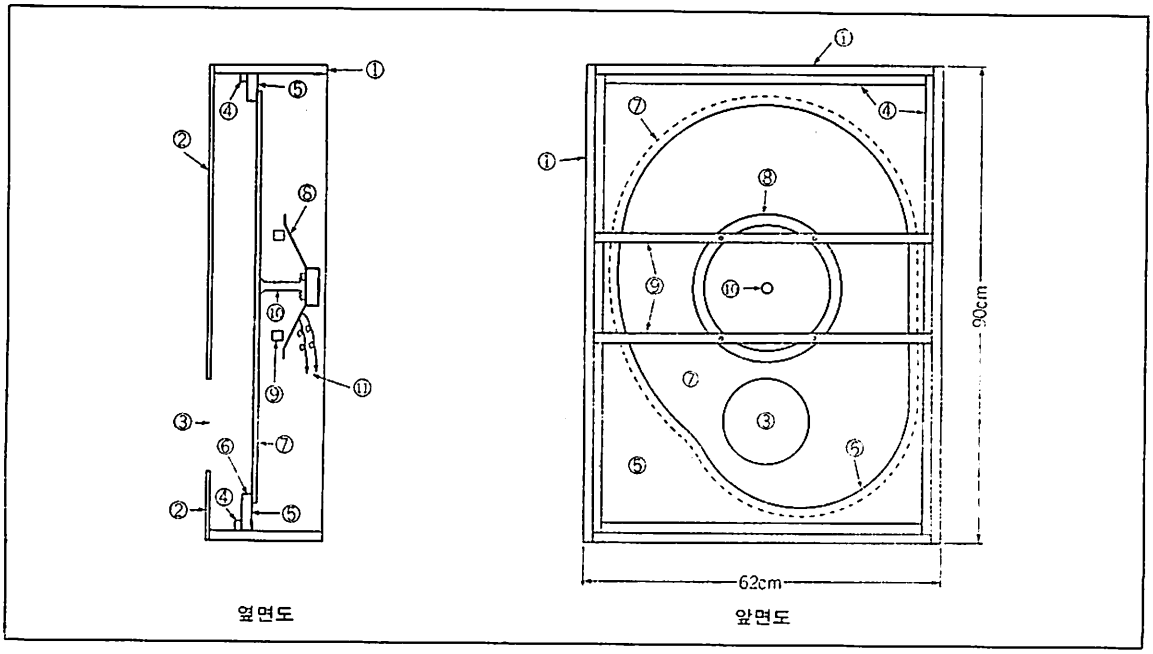


그림 6-17 울림상자 스피이커 시스템

것으로 울림상자 부분은 완성된 셈이 된다.

구동부 ⑧은 보통 다이내믹 스피이커 (대형의 우우퍼면 더욱 좋다)의 코운지만 제거한 (코운지를 찢을 때는 가위를 사용하여 조심스럽게 잘라내고 중심 부분만 남긴다. 보이스 코일에서 나와 있는 리이드선을 자르지 않도록 주의한다) 스피이커 본체를 사용한다.

이 구동 부분을 유지하기 위해서는 바깥쪽의 옆판 안쪽에 2개의 지지봉 ⑨를 고정시킨다 그리고 구동부는 이 지지봉에 4 mmϕ의 보울트 등으로 고정시키기 바란다.

이 경우, 진동판과 구동부는 연결 파이프 ⑩으로 연동할 수 있게 해야 한다. 이 연결 파이프는 될 수 있는대로 가볍고 단단한 통 모양으로 된 것이 좋다. 간단히 만들기 위해서는 도화지를 2중으로 감아 통으로 하고, 표면에 풀칠을 하여 경화시킨다. 이 통의 굵기는 보이스 코일의 지름과 같은 정도로 한다.

또 통의 길이는 진동판 뒷면에서 보이스 코일 앞면까지의 간격과 같게 한다. 이 연결 파이프의 양 끝에는 목공용 본드를 약간 두껍게 발라 각 면과 접합하는 것이다. 중요한 것은 진동판과 보이스 코일, 2가지가 각각 앞뒤 어느 방향으로도 변위해 있지 않은 상태로 연결 파이프와 접합되어 있어야 한다.

이것으로 울림상자 스피이커는 완성이다. 구동부의 스피이커 단자에 리이드선 ⑪을 납땜하고, 이 리이드선을 악기용 앰프의 출력단자에 접속하면 된다.

작동시켜 본 결과는 어떤가. 면적이 큰 진동판으로부터의 토운은 향공에서 독특한 소리가 날 것이다. 다음에는 이 울림상자 스피이커의 토운 박스를 장식으로서도 손색이 없도록 앞면의 향판을 사란포 등으로 커버한다. 또 그림에 자신을 가진 사람은 향판에 현대적인 감각의 디자인으로 컬러 도장을 하여 완성시키는 것도 좋을 것 같다.

6. 호온형 스피이커

메가폰을 사용하면 음성을 한 방향으로 크게 방사시킬 수 있다. 트럼펫이나 트롬본의 악기도 이른바 나팔 모양의 호온이 없었으면 그 힘찬 소리가 나지 않을 것이다.

소리가 가느다란 관 속을 지나 그 관의 끝(관구의 끝)에서 갑자기 공간으로 나갈 때 그 음향 임피이던스(저항)는 급격히 달라진다. 그 때문에 소리의 에너지가 관 밖의 공간으로 전달되는

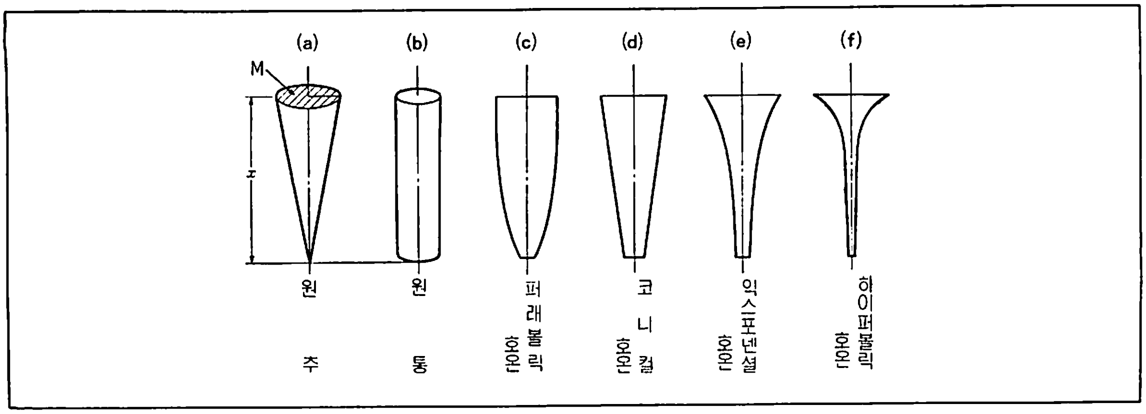


그림 6-19 호온의 여러가지

효율이 극도로 나쁘다. 그래서 음향저항을 조금씩 변화시키기 위해서는 관의 굵기를 조금씩 증가 하여주지 않으면 안된다. 호온은 이와 같은 역할을 하는 것이다.

호온의 관구 끝(관의 단면이 가장 큰 개구끝)에서는 넓은 공간의 음향저항과 거의 같게 되므로, 음성 에너지의 전달 효율이 매우 좋아지는 것이다. 특히 진동수가 많은 배음성분의 감쇠가 적어도 된다. 따라서 호온으로부터의 소리는 배음성분이 풍부하고 윤기 있는 소리가 된다.

전자 오르간 등에서 스프링계나 트럼펫계의 소리를 강조하고 싶을 때는, 그림 6-18과 같이 호온형 스피이커를 사용하면 효과적이다.

호온의 형태를 볼 때, 그림 6-19에서는 a의 원추형이 가장 일반적인 호온의 원형이다. 그 밑면적을 M, 깊이를 x라 하면, 두 가지의 관계는 Mkx^2가 된다. 옆에서 보면 d와 같은 코니컬 호온이 그 형태이다. 이 호온에서는 소리가 2배, 3배로 나아가면 그 소리는 4배, 9배의 면적으로 퍼져 나간다.

b와 같은 원통에서는 소리가 나아가도 언제나 같은 면적을 통과하여 나갈 뿐이다. M과 x는 관계가 없기 때문에 굳이 식으로 쓰면 $M=kx^0$ (k는 상수)가 된다.

따라서 $M=kx^n$이라는 관계가 성립될 때 $n>2$ 때의 호온형은 e나 f와 같은 호온이 되고, $0<n<2$와 같은 범위에서는 c와 같은 호온이 될 것 같다. 일반적으로 c～f와 같은 그룹을 총칭하여 베셀관군으로 부르는데, 소리를 넓은 공간에 효율적으로 방출하기 위해서는 약간의 연구라든가 수고가 필요하다.

그러면 악기용의 호온형 스피이커로서 어떤 스타일의 호온이 좋을까. 될 수 있으면 쌍곡선형의 호온이 필요하다. 그러나 이 형의 스피이커

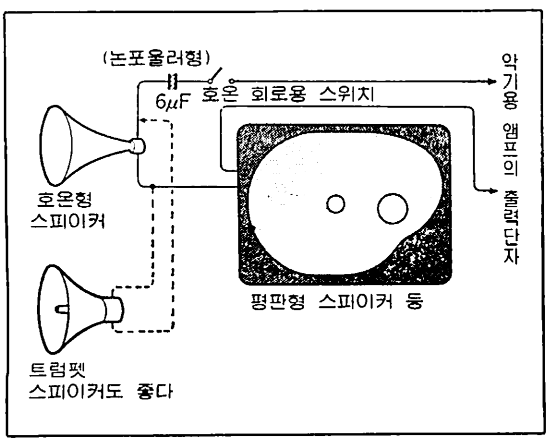


그림 6-18 악기용 스피이커 시스템의 일례

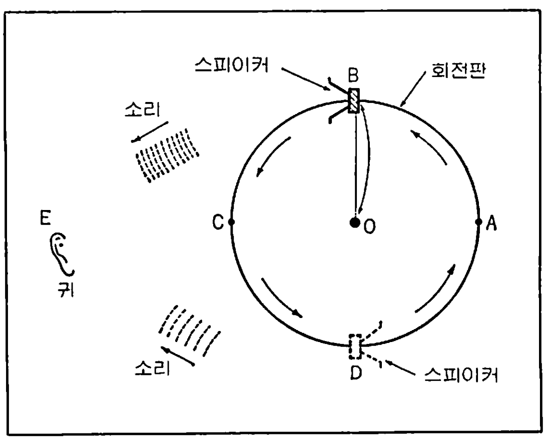


그림 6-20 회전 스피이커의 원리도

는 간단히 엄두를 내지 못할 정도로 비싼 것이 결점이다. 그래서 해결책으로서 옥외용의 트럼펫 스피이커를 사용해 보면 어떨까.

시험제작품은 트럼펫 스피이커를 전자 오르간의 비스듬한 위에서 개구 끝이 연주자의 오른쪽 귀를 향하도록 방의 벽에 고정시켰다. 고음역의 키이를 건드릴 때마다 브릴리언트한 소리(광택이 있는 소리)가 오른쪽에서 직선적으로 울려 만족하고 있다. 호온 전체는 실내에 어울리게 따뜻한 색깔로 다시 도장했지만, 호온 자체의 바깥쪽은 특별한 데드닝을 하지 않아도 덜덜거리는 일이 없다.

7. 회전 스피이커

제5장에서 다루어 본 전자 오르간은 비브라아토나 트레몰로 등의 효과음을 만들어 내는데 그 전자회로계를 연구했다. 그러나 이 항에서는 스피이커계를 회전시킴으로써 효과음을 내려는 것이다.

이와 같은 시도는 미국 등에서 이미 40년이나 전에 개발이 촉진되어 왔는데, 실용화한 것으로는 레슬리 스피이커 등이 있다. 회전 스피이커를 크게 나누면 다음의 2가지 방식이 있다.

① 발음체인 스피이커 자체를 회전시킨다.

② 스피이커는 고정시켜 두고 스피이커의 앞면에서 판을 회전시켜 소리를 부추긴다.

그림 6-20에 대하여 ①의 방식을 좀 더 설명하자. 중심이 0인 원판에 그림과 같은 위치에 스피이커를 고정하고, 스피이커는 일정한 높이의 소리를 울리면서 이 원판을 등속회전시켰다고 하자. 이 경우 원판 밖의 장소에 있는 시청자 E가 회전하는 스피이커로부터의 소리를 들으면 소리는 어떻게 들릴까.

곧 생각나는 것이 예의 도플러 효과이다. 즉, 스피이커가 A→B→C의 반원주를 통과할 때 스피이커는 시청자E의 귀에 가까와지기 때문에 소리는 높아져 들린다. 그리고 스피이커가 C→D→A를 통과할 때는 그와 반대로서 음원이 귀에서 멀어지기 때문에 소리는 낮게 들린다.

일정한 높이의 소리는 음원을 회전시킴으로써 높아졌다 낮아졌다 하는 비브라아토 현상이 생기는 것이다. 이와 같은 비브라아토 효과는 전자회로로 만든 단조로운 비브라아토음에서는 얻을 수 없었던 소리의 폭을 가진 비브라아토 효과와 코오러스 효과도 기대할 수 있는 것이다.

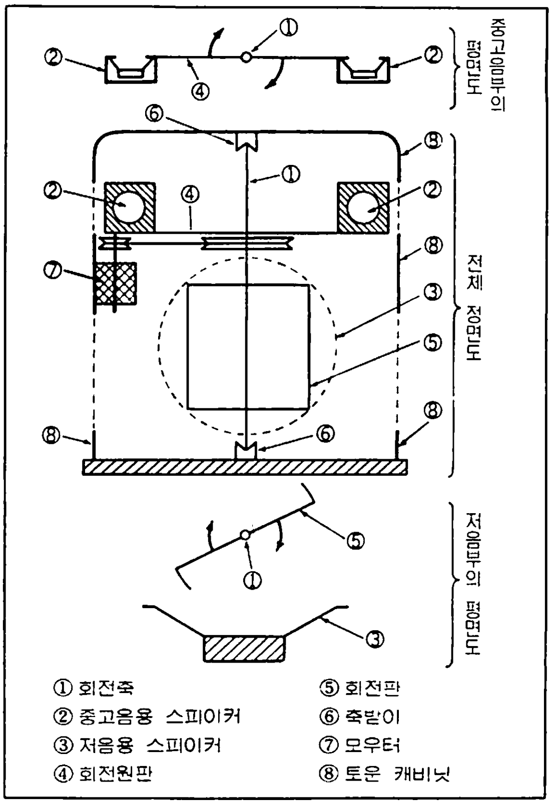


그림 6-21 레슬리형의 회전 스피이커

다만 실시하는데 있어서의 문제로서 회전하는 스피이커에의 입력방법을 어떻게 하는가. 회전수나 회전반경을 어느 정도로 하는가. 회전의 밸런스를 취하기 위한 관성 모멘트의 문제 등이 연구과제가 되는 것이다.

다음에는 ②의 방식인데, 작동하는 스피이커 앞에서 부채 등을 부치면 소리가 높아졌다 낮아졌다 하여 들리는 것을 체험했을 것이다. 그것도 일종의 도플러 효과이다. 부채가 귀에 가까이 왔을 때는 음원이 가까와진 것으로 생각할 수 있고, 소리는 높이 들리고, 또 부채가 귀에서 멀어졌을 때는 낮은 소리로 들리는 것이다. ②의 방식은 스피이커 앞에서 소리를 부채질하는 판을 회전시켜 비브라아토 효과를 일으키려는 것으로서 원리는 부채를 부치는 것과 다름이 없다.

①의 방식에서는 스피이커 자체를 회전시키는 것이므로 너무 대형의 저음용 우우퍼 등을 돌려서는 장치가 너무 커지기 때문에 알맞지 않다. 따라서 실용화해 있는 회전 스피이커 등을 보면 ①의 방식은 중고음용의 소형 스피이커에 한한다

그리고 저음용으로는 ②의 방식이 채용되고 있는 것 같다(시판 레슬리 스피이커 등에서는 그림 6-21과 같이 ①과 ②의 두가지 방식을 병용하여 중고음에도 저음에도 비브라아토 효과를 걸도록 하고 있다).

그러나 실제로는 ①의 방식으로 중고음에만 비브라아토 효과를 거는 것만으로도 상당히 좋은 회전 스피이커의 소리를 기대할 수 있다.

회전장치로서는 옛날의 포노모우터(78회전용)와 그 터언 테이블을 사용했다. 터언 테이블의 외극상에 소형의 토운 캐비닛이 붙은 10cm 스피이커를 4개(이 형의 것으로서 보이스 코일은 각 8Ω), 그림 6-22와 같이 비스로 고정시키고 옆면에는 동판으로 폭 약 1cm의 둥근 고리를 2개 만들어 슬립 링(X와 Y)으로 하여 그림과 같이 접착 고정시킨다.

그리고 이 2개의 링에는 각각 브래스(놋쇠판

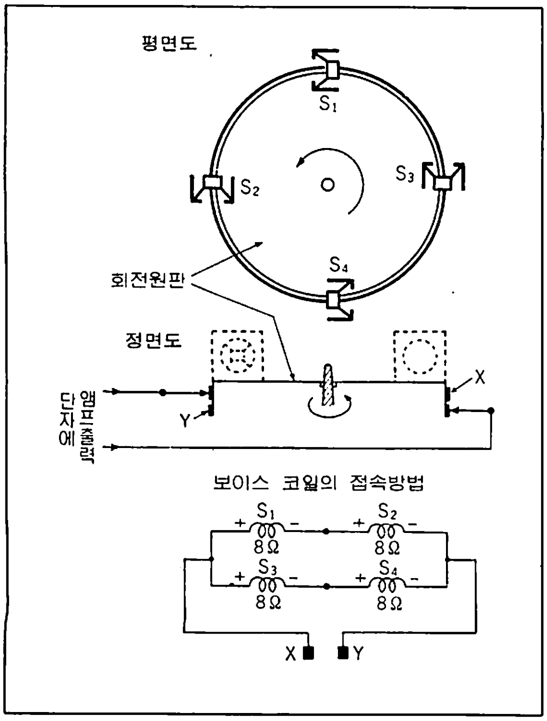


그림 6-22 회전 스피이커의 실시례

스프링)가 접촉되도록 연구한다. 각 스피이커에 대한 입력은 이 브래스에서 슬립 링을 거쳐 스피이커(보이스 코일 4조의 접속은 그림 6-22, 이위상이 되게 접속한다)에 주어지게 되는 것이다.

이 장치를 매분 약 78회전으로 드라이브한 결과지만, 예상대로 회전 스피이커의 주위에는 비브라아토음이 울려 퍼져 자연스러운 느낌이 나는 스무우드한 비브라아토음을 낼 수 있었다. 회전물이 노출되면 외관이 좋지 않으므로, 4면에 소리를 통하는 천을 붙인 토운 캐비닛을 만들고 장치는 그 안에 세트했다.

8. 파이프스 스피이커

스피이커에서 나는 소리를 갑자기 공간에 방출시키는 것이 아니라, 파이프와 같은 음향회로를 통하여 파이프의 개성을 살린 풍미 있는 소리를 내려는 것이다. 따라서 파이프의 음향계를 갖춤으로써 입력파형은 오히려 무너져 버리지만, 이것이 오히려 전기적인 맛이 나지 않는 자연스러운 악기음으로서 울린다.

파이프스 스피이커란

그 구조는 스피이커 박스의 앞면 패널에 길이가 다른 울림용 파이프군(시험제작례에서는 36개)을 붙인 토운 박스라고 생각하기 바란다.

이 토운 박스를 앰프 출력으로 작동시키면 스피이커 앞면의 공기가 진동하고, 그 소리 에너지는 36개의 파이프를 통하여 공간으로 방출되

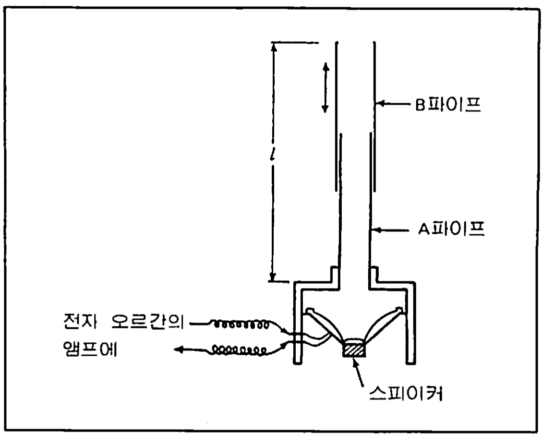


그림 6-23 파이프의 길이를 시험적으로 구하는 방법

는데, 몇개의 파이프는 특히 향진하고, 그 향진한 소리와 다른 파이프를 통과한 소리가 서로 혼합하여 복잡한 파형의 아름다운 소리를 만들어 내는 것이다.

파이프의 길이를 구하자

실험적으로 파이프의 길이를 구하려면 그림 6-23과 같이 파이프 A의 바깥쪽에 꼭 붙여 미끄러 떨어지지 않게 한 통B를 만든다.

스피이커에 전자 오르간의 출력단자를 접속하고 임의의 키이를 누르면서 소리를 내어 보자. 그리고 통 B를 조금씩 상하로 움직여 보면 파이프의 길이가 ℓ 부분에서 소리가 갑자기 커지고 통 B의 선단에서는 공기가 맹렬히 호흡하고 있는 것 같은 상태(선향의 연기 등을 가져가 보면 잘 알 수 있다)가 된다.

그것은 스피이커로부터의 소리가 ℓ 길이의 파이프 공기기둥①의 고유 진동수와 일치하여 공기기둥이 공명한(울린) 것이다. 다음에 이 파이프의 길이 ℓ을 그냥 두고 그보다 높은 다른 키이를 눌러 가면 몇개의 키이 소리로도 같은 울림 현상을 볼 수 있을 것이다. 그림 6-24에 그 때의 파이프 속에 공기진동을 횡파의 표시법으로 나타냈다(공기 입자의 변위는 중심 부분에서 가장 크다).

다음에 음계 각 음의 진동수(그림 1-3)로부터 각 음이 향진하는 파이프의 길이를 계산으로 구할 수도 있다. 그림 6-24와 같이 양끝이 열려 있는 파이프(개관, 피리 종류 등도 대개 이 개관으로 볼 수 있다)에서는 그 상하의 입구에서 가장 진동하기 쉬우므로 그 부분이 중심이 되는 것이다(실제로는 공기 분자에 관성이나 점성이 있기 때문에 중심의 위치는 입구보다도 관의 지름d의 약 0.3배만큼 바깥쪽이 된다. 따라서 울리는 공기기둥은 파이프의 실제 길이 보다 상하로 0.3d씩, 합계 0.6d만큼 긴 파이프라고 생각한다).

그래서 기음이 울릴 경우, 그 파이프의 길이 ℓ은 $\ell = \frac{V}{2f} - 0.6d$로 주어지게 된다. 단, V는 음속으로서 3.4×10^4 cm/S, d는 파이프의 안지름, f는 울리게 하는 기음의 진동수가 된다.

그리고 이 계산에서 구한 ℓ은, 실제로 파이프를 고정하려면 그림 6-25, 그림 6-26과 같은 파이프 소켓이 붙기 때문에 소켓 높이의 반만큼을 뺀 길이(Lcm)가 되는 것이다. 계산하기를 좋아하지 않는 독자를 위해서 표 6-4에는 36개의 파이프 길이(Lcm)를 들어 놓았다.

조 립

먼저 폭 18cm의 나왕판을 공작재료점에서 구한다. 그리고 그림 6-27과 같은 치수로 바깥틀용의 판과 스피이커 패널판을 베어낸다.

바깥틀을 조립하는 요령은 스피이커 박스를 만드는 요령과 같다. 판과 판을 못을 쳐서 붙일 때는 접합면에 목공용 본드를 바르고, 똑 바로 직각이 되게 하여 견고한 바깥틀을 만든다.

이 바깥틀 앞면에는 36개의 파이프가 붙는데, 앞판을 만들어 거기에 파이프와 같은 지름의 구멍을 36개나 뚫는 것은 여간 어려운 작업이 아니다. 그래서 바깥틀의 안쪽 앞면에 36개의 파

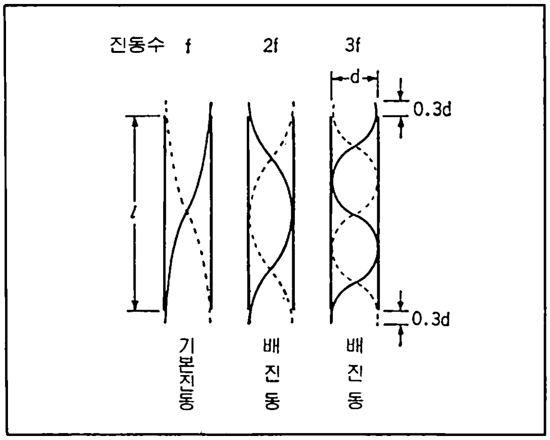


그림 6-24 개관 공기기둥의 정상화

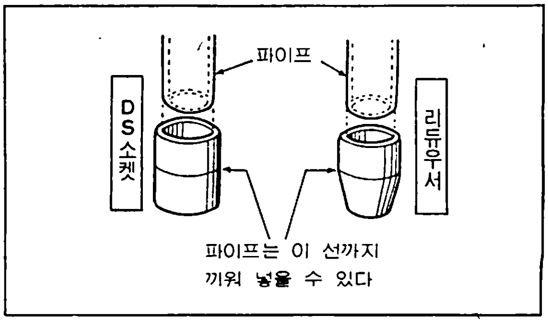


그림 6-25 염화비닐관의 소켓 2가지

표 6-4 36개의 파이프 길이

울리는 음명		A	A♯	B	C	C♯	D	D♯	E	F	F♯	G	G♯
파이프의 길이 L(cm)	안지름 4 cmφ	72	68	64	60	56	53	50	47	44	41	38	36
	안지름 3 cmφ	34.5	32.5	30.5	28.5	26.5	25	23.5	22	20.5	19	17.5	16.5
	안지름 1.8cmφ	16	15	14	13.1	12.3	11.5	10.7	10	9.3	8.6	7.9	7.2

이프를 고정시키는데 시멘트 방식을 채용하기로 한 것이다.

그 방법은 만든 바깥틀을 수평의 받침대 위에 놓는다. 이 받침대 위에는 미리 헌 신문을 5장 정도 깔아 놓고 이 바깥틀의 안쪽에 **그림 6-25**와 같은 염화비닐제의 DS 소켓을 **그림 6-26**과 같이 배열한다. 이 소켓이 만일 기울어져 있는데 그대로 시멘트로 고정되어 있으면 나중에 각 파이프를 소켓에 꽂았을 때 파이프는 수직으로 서지 않고 기울어져 버리므로 주의한다.

시멘트를 다져 넣기 전에 또 한가지 작업이 남아 있다. 그것은 시멘트 부분을 더 견고하게 하기 위해서 **그림 6-26**과 같이 바깥틀의 판 6군데에 보울트(길이 5 cm)를 박아 너트로 고정시키는 것이다. 그리고 이 보울트에서는 아연도금한 철선의 철사를 감으면서 그 철사를 각 소켓의 바깥쪽에 2회 정도씩 감는다.

이렇게 해 두면 다져 넣은 시멘트는 이른바 철근이 들어간 셈이 된다. 그리고 이 철사는 보울트에도 고정되어 있기 때문에 바깥틀판과의 결합도 강해진 것이다.

그럼 이제 시멘트를 다져 넣는 작업이다. 시멘트는 모래가 필요 없는 가정용 시멘트가 좋다.

이 시멘트에 물을 축이면서 좀 부드럽게 이긴 것을 바깥틀과 소켓의 틈(**그림 6-26**에서 빗금이 그어진 부분)에 다져 넣는다. **그림 6-28**과 같이 양철제 깔대기를 사용하면 좁은 부분에도 잘 다져 넣을 수 있다.

시멘트를 메워 넣은 후에는 가는 막대 등으로 5회 정도 시멘트 부분을 다져서 빈 틈새가 없게 한다. 그렇게 하지 않으면 굳어진 후에 공동이 생기거나 오목부가 생겨 그 부분이 강도면에서 약해진다.

바깥틀과 소켓 사이에 시멘트가 두께 5 cm 정도 메워졌으면 그대로 이틀동안 가만히 둔다.

이것으로 파이프스 스피이커의 토운 박스 본체가 완성되었다. 다음에는 이 본체의 각 소켓에 36개의 파이프를 끼워 넣어 세우면 된다. 이 파이프는 가격에 있어서나, 음질에 있어서나, 가공에 있어서나 회색의 시판품 염화비닐관이 적

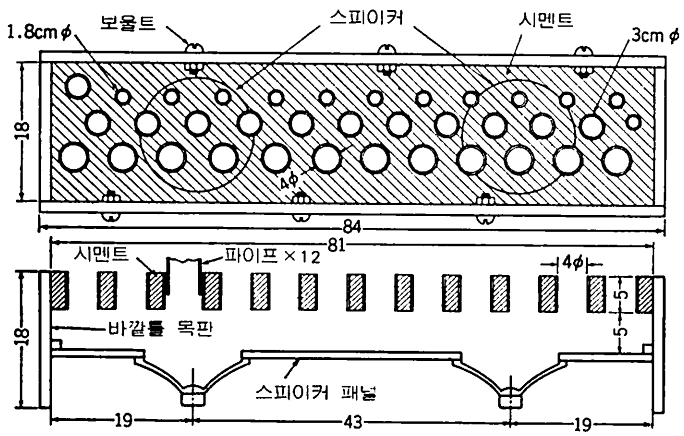


그림 6-26 파이프스 스피이커의 토운 박스

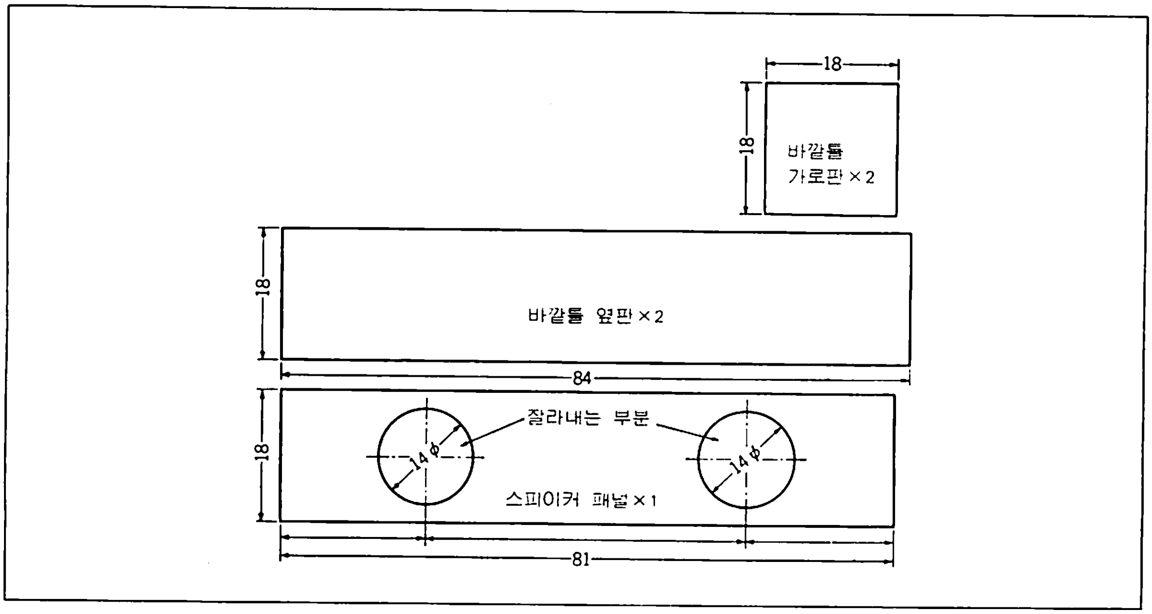


그림 6-27 목판의 치수도

당하다.

이 염화비닐관은 수도공사재료를 취급하는 가게에서 사면 되는데, VU, SU, VP 등의 형이 있다. 그 중 VP는 압력에 견딜 수 있는 살이 두꺼운 파이프이므로 VU형에 비해서 가격이 훨씬 비싸진다. 여기서 사용하는 파이프는 VU형이면 되고, 표 6-4, 그림 6-26과 같이 3종류의 굵기를 구하도록 한다.

입수한 파이프는 표 6-4와 같은 길이로 각 파이프를 절단하고, 절단한 파이프는 시멘트를 고정시킨 본체의 소켓(또는 그림 6-25와 같은 리듀우서)에 끼워 넣는다. 이 경우 파이프 오르간의 파이프와 같이 음계의 순서대로 배열하면 파이프의 길이가 가지런히 일직선으로 서게 된다 (사진 6-4).

이 파이프스 스피이커의 발음원은 16cm 스피이커 2개이다. 토운 박스 본체의 뒷면쪽에 끼워 넣은 스피이커 패널에 고정시킨 2개의 스피이커는 풀 레인지형이든, 우우퍼형이든 다 좋은데, 보이스코일의 저항값은 같은 값으로 하고,

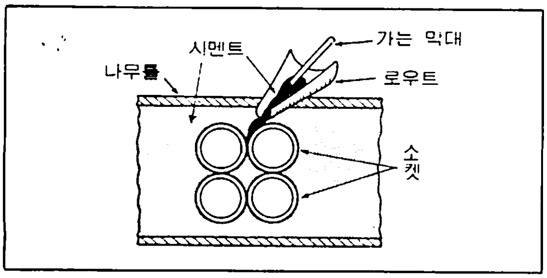


그림 6-28 시멘트를 다져 넣는다



사진 6-4 악기용 스피이커로 아름다운 소리를 내자

동위상에서 작동하도록 접속한다.

완성은 토운 박스 본체를 밤색으로 칠하고 36개의 파이프는 금색 등으로 도장하면 어떨까.

자 오르간 보면대의 머리위에 설치해 보았다. 파이프군에서 울려 오는 소리를 들은 감상은 좀 지나친 표현 같지만 마치 하늘에서 내려오는 묘한 소리 같이 들린다.

자주, 자립 정신으로 조국 통일 이룩하자.

전기 · 전자악기 제작 가이드　　값 2,700원

1983년 4월 5일 인 쇄
1983년 4월 20일 초판발행

편집및 발행인 김 병 진

발행소 도서출판 과학도서

〔등록 : 68. 12. 5 제 1-249〕

133-00 서울특별시 성동구 행당동 1-56

전 화 254-1933 · 1934 대체 509596 번

DB5-558-30401- 270